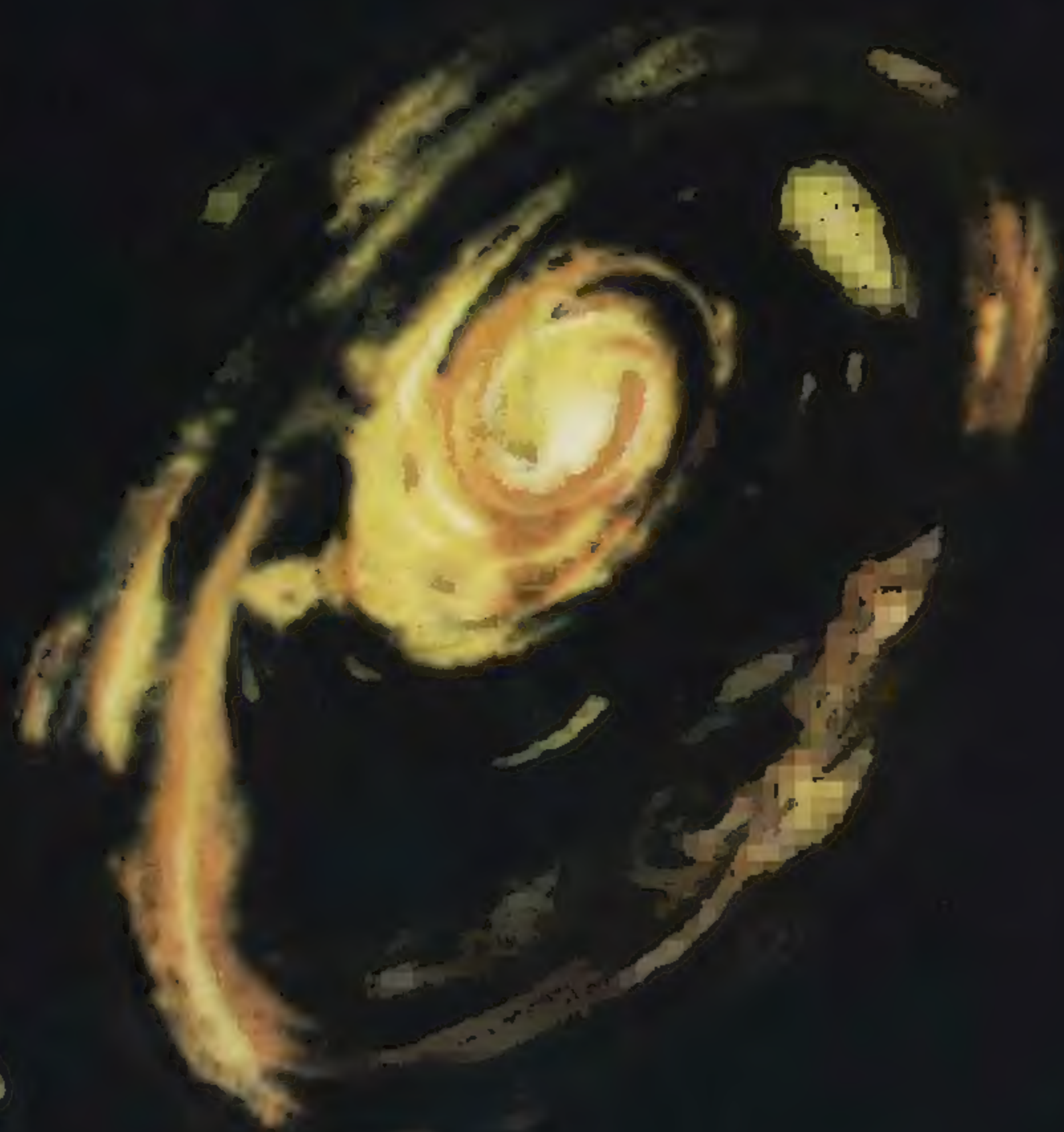


ПРИРОДА



5
1963

Какой гигантский путь прогресса человечества! От добывания огня трением в доисторические времена до создания мощнейшего луча лазера. Получить в лаборатории плазмы сверхвысокой температуры — ближайшая задача современной науки.

На обложке: рисунок художника **С. И. Боролина** к статье «Температура» (№ 4, № 5 «Природы»).

Год издания пятьдесят первый

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (заместитель главного редактора); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (заместитель главного редактора); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (заместитель главного редактора); академик А. П. ВИНОГРАДОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; кандидат физико-математических наук С. П. КАПИЦА; Я. Б. КОГАН (ответственный секретарь)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Академик Н. Н. АНИЧКОВ (медицина); академик А. Е. АРБУЗОВ (органическая химия); академик И. К. КИКОИН (физика); академик В. Н. СУКАЧЕВ (ботаника); академик Н. В. ЦИЦИН (сельское хозяйство); член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (физиология); член-корреспондент АН СССР Б. Н. ДЕЛОНЕ (математика); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (биология); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (органическая химия); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (физиология растений); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (зоология); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (астрономия); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (философия); доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (геофизика); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (география); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (палеонтология); доктор биологических наук А. Н. ФОРМОВ (экология, зоогеография); кандидат физико-математических наук Р. З. САГДЕЕВ (физика).

В НОМЕРЕ

БИОХИМИЯ—ЖИВОТНОВОДСТВУ
БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАКРОСИСТЕМЫ
НИЛЬС БОР И СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА
«ЗРЕНИЕ» В ПАЛЬЦАХ
ЧТО МЫ ЗНАЕМ О КИТАХ!
КВАНТОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ
НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ

5
1963

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

Биохимия — животноводству. <i>В. Н. Букин</i>	3
Температура. <i>А. И. Шальников, И. Ф. Щеголев</i>	13
Биологические макросистемы. <i>Н. П. Наумов</i>	22
Новые пути синтеза каучуков. <i>Б. А. Долгоплоск</i>	30
Вода — богатство страны (Водный баланс и его преобразование). <i>А. М. Грин, Н. Н. Дрейер, М. И. Львович</i>	36
Нильс Бор и современная физика (Памяти великого ученого). <i>И. Е. Тамм</i>	44
Стимулы научного творчества. <i>М. М. Карпов</i>	52

РЕДКИЕ ЯВЛЕНИЯ

«Зрение» в пальцах (Феномен Розы Кулешовой) <i>Н. Д. Нюберг</i>	61
---	----

В ЛАБОРАТОРИЯХ УЧЕНЫХ

Агрофизика наших дней. <i>Л. Н. Степанов</i>	68
--	----

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ НАХОДКИ

Мхи в палеозое Ангарида. <i>С. В. Мейен</i>	73
---	----

РОДНАЯ СТРАНА

Обновленный Крым. <i>Г. А. Соколов</i>	77
--	----

ЛЮДИ НАУКИ

Врач-мыслитель (Жизнь и деятельность С. П. Боткина) <i>А. Л. Шварц</i>	81
Великий французский математик (Жозеф Лагранж и его аналитическая механика). <i>Б. Н. Делоне</i>	85
Первая русская женщина-палеонтолог <i>М. И. Радовский</i>	88

ИССЛЕДОВАНИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Оптические квантовые генераторы на полупроводниках. *О. Н. Крохин* (90). Телефот Крылова. *В. Г. Самарин* (91). Важный источник ценного сырья. *Т. В. Изумрудова* (95). Пантовое оленеводство. *И. И. Миролубов* (96). Подводные горы в Тихом океане. *Г. В. Агапова* (99).

НОВОСТИ, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

Премия имени А. Н. Баха (12). В память академика В. И. Вернадского. *Д. П. Сердюченко* (87). Покорение Енисея. *В. А. Кореньков* (102). Получение свободного циклобутана (102). Применение плазмы (102). Спектр масс элементарных частиц (103). Приливы в атмосфере (103). Зимняя теоретическая школа по физике твердого тела. *М. А. Корец* (104). Батометр-термобатиграф. *А. А. Чернов* (104). Длительно светящийся люминесцентный экран (105). Сопровождение геологов и геофизиков. *З. Е. Гауэр* (106). Применение лазера для измерения длин (106). Электронно-микроскопическое исследование скорлупы

яйца (106). Тефрохронология. *К. К. Марков* (107). Азот или угольная кислота? (107). Бактерии очищают реки (108). Ультразвуковой термометр для низких температур (109). Плавающие аквариумы (109). Новый белково-витаминный концентрат (110). На восьми языках (110). Медикаменты и структура клетки (110). Неоднородность изотопного состава метеоритов (111). В «безжизненных» пучинах... кипит жизнь (111). Разновидность инъекционного льда. *Ш. Ш. Гасанов* (112). Оползень в Одессе. *А. В. Додин* (112). Надрезы на клубнях и урожай картофеля. *Н. А. Грошев* (112). Акклиматизация пеляди в Горьковском водохранилище. *И. Е. Постнов* (113). Скорость выветривания в Сирийской пустыне. *В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-Кондратьев* (114). Пчеловодство и инсектициды. *П. П. Копаневич* (114).

ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ

«Замок» в сухом русле. *М. А. Оборин* (67). Редкая находка. *В. И. Андрукович* (101). Кобра в Западной Туркмении. *Е. М. Черныкин* (115). Земляные пирамиды в Крыму. *С. А. Ковалевский* (115). Лягушка-хищник. *В. И. Безверхий* (116). Карстовые воронки. *Ю. Кумачев* (116).

ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ

Папоротник в комнате. *Б. А. Быков* (117). Фатсия. *Б. Ю. Мурынсон* (118).

КНИГИ

Молекулярные основы цитологии. *Я. М. Гиневский* (119). Тайны древнего озера. *М. З. Цунц* (121). Ценный труд по истории отечественного естествознания. *М. М. Абрашнев* (121). Разговор с остроумным математиком. *Ю. Я. Гуревич* (122). Коротко о книгах (21, 123).

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

Что мы знаем о китах? <i>С. К. Клумов</i>	124
---	-----

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

Лавины — «белая смерть». *К. С. Лосев* (125). Комары-кровососы. *Д. В. Панфилов* (127). В Прикамье. *Е. Ф. Зубков, А. С. Шкляев* (128).

БИОХИМИЯ- ЖИВОТНОВОДСТВУ

В. Н. Буккин

Доктор биологических наук

Институт биохимии им. А. Н. Баха Академии наук СССР (Москва)

Витамины и микроэлементы содержатся в природных материалах в ничтожных количествах, а многие витамины к тому же и нестойкие соединения: они в значительной степени разрушаются в процессе заготовки, хранения и переработки сырья. В то же время добавление этих элементов к продуктам питания и кормам дает значительный эффект. В этой связи проблема к а т а л и т и ч е с к и х факторов питания стала во весь рост — необходимо было пересмотреть основы питания с учетом не только к о л и ч е с т в е н н ы х, но и к а ч е с т в е н н ы х показателей.

КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПИТАНИЯ

Современная биохимия все глубже и глубже проникает в процессы обмена веществ — этой важнейшей качественной особенности всего живого. Раскрываются к а т а л и т и ч е с к и е механизмы, при помощи которых осуществляются многообразные э н з и м а т и ч е с к и е процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организмов.

Поступающие в организм вещества — белки, жиры, углеводы — сами по себе соединения инертные, безжизненные. Чтобы превратиться в ткани тела, они должны подвергнуться глубоким изменениям, осуществляемым при обязательном участии к а т а л и з а т о р о в. Такими катализаторами служат белки — ферменты, или энзимы, которые в миллионы раз ускоряют химические реакции.

Большинство ферментов — это соединения, состоящие из двух компонентов. Помимо специфических белков, которые организм способен синтезировать сам, в их состав входят так называемые активные группировки, или к о ф е р м е н т ы, без которых белок не может проявить своего каталитического действия. Большинство коферментов оказалось производными в и т а м и н о в

или м и к р о э л е м е н т о в (цинка, молибдена, кобальта, марганца и некоторых других), биологическая роль которых не была ранее известна. Эти вещества должны поступать в организм в готовом виде, вместе с пищей. Если их поступает недостаточно, то активность соответствующих энзимов понижается и наступает нарушение обмена веществ со всеми его отрицательными последствиями.

Чтобы понять всю сложность и взаимосвязанность процессов обмена веществ, достаточно рассмотреть схему, изображенную на рис. 1. По современным данным, в этих процессах обмена участвует до 700 отдельных энзимов и примерно половина их содержит в качестве активных группировок витамины или микроэлементы, или действует при их посредстве. Активность этих ферментов в известных пределах поддается регулированию. Ее можно усилить, повышая концентрацию указанных соединений в органах и тканях, или, наоборот, подавить, вводя а н т и м е т а б о л и т ы, что представляет также интерес при лечении некоторых заболеваний¹.

В качестве примера участия витаминов в обмене веществ служит расщепление угле-

¹ См. «Природа», 1956, № 12, стр. 20.

скота и около 1/5 при производстве молока и яиц. Так как затраты на корма составляют 70—80% от общих затрат на производство продуктов животноводства, то резервы их снижения следует искать в повышении продуктивности сельскохозяйственных животных. При этом производство белковых кормов было и остается основной повышении продуктивности. Решение этой задачи может быть облегчено, если в дополнение к белковым кормам будут использованы многие продукты химической, бродильной и других отраслей промышленности.

Общезвестна роль мочевины в частичной замене белка в питании жвачных животных. Такая замена высвобождает часть белковых ресурсов для питания одножелудочных животных (свиньи, птица), неспособных усваивать азот простейших соединений.

Из 20 аминокислот, содержащихся в белках, 9 организм свиней, птицы, а также человека не способен самостоятельно синтезировать, и поэтому они должны поступать в готовом виде с пищей. Если белок лишен хотя бы одной из этих девяти так называемых незаменимых аминокислот, он уже не может служить материалом для построения тканевых белков. Примером такого белка может служить желатина, которая не содержит незаменимой аминокислоты — триптофана.

По содержанию незаменимых аминокислот растительные белки, как правило, стоят ниже животных и потому они менее пригодны для «строительных» целей. На рис. 4 приведен типичный пример соотношения аминокислот белка куриного яйца и кукурузно-соевого рациона. Если бы это соотношение равнялось единице, что показано красной чертой, такой белок был бы наиболее подходящим для курицы-несушки. Но, как видно из рисунка, содержание незаменимых аминокислот в белке яйца значительно выше: для некоторых аминокислот в 1,5 раза, а для метионина — в 2,4 раза. Эта аминокислота и будет в данном случае лимитировать (ограничивать) полноценность бел-

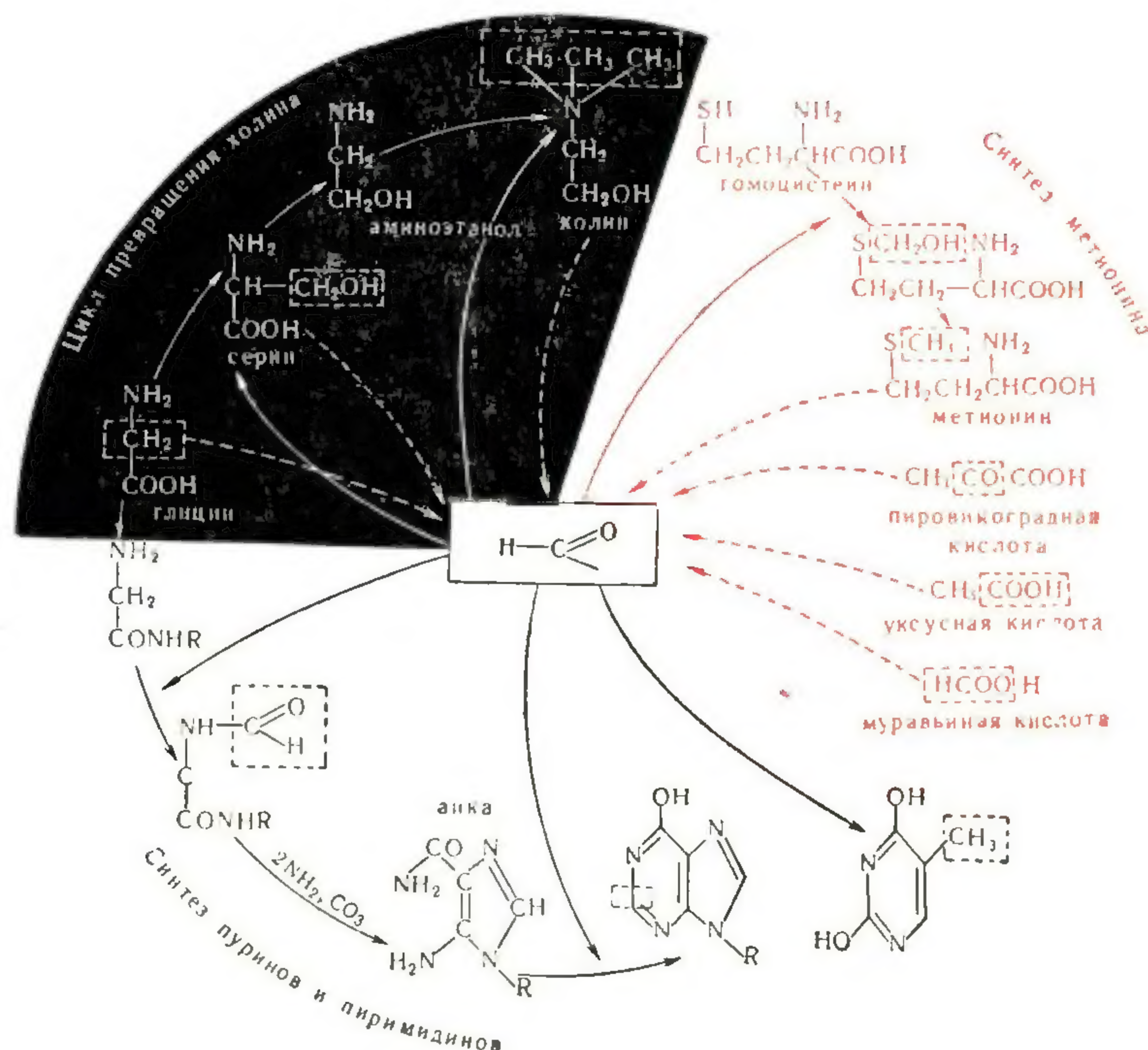


Рис. 2. Участие витамина B₁₂ и фолиевой кислоты в реакциях обмена

ка. В других случаях, например при использовании жмыха подсолнечника, который примерно в два раза богаче соевого метионином, лимитирующей аминокислотой будет лизин.

Недостаток одной из этих аминокислот (или обеих) характерен для большинства рационов, составленных из растительных кормов. В этих условиях добавка других аминокислот была бы бесполезна — они «сгорели» бы в процессе энергетического обмена, не принеся должной пользы. Именно поэтому в последние годы за рубежом налажено промышленное производство метионина путем химического синтеза и лизина — микробиологическим путем.

ЧТО ДАЕТ ПРИМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ФЕРМЕНТОВ?

В приведенном случае с кукурузно-соевым рационом для несушек добавка 1 кг метионина на 1 т корма повышает содержание этой аминокислоты с 2,7 до 3,7 кг и позволяет без ущерба для продуктивности снизить содержание белка в рационе на 2—3%, т. е. на 20—30 кг на 1 т корма. Это огромная экономия белка.

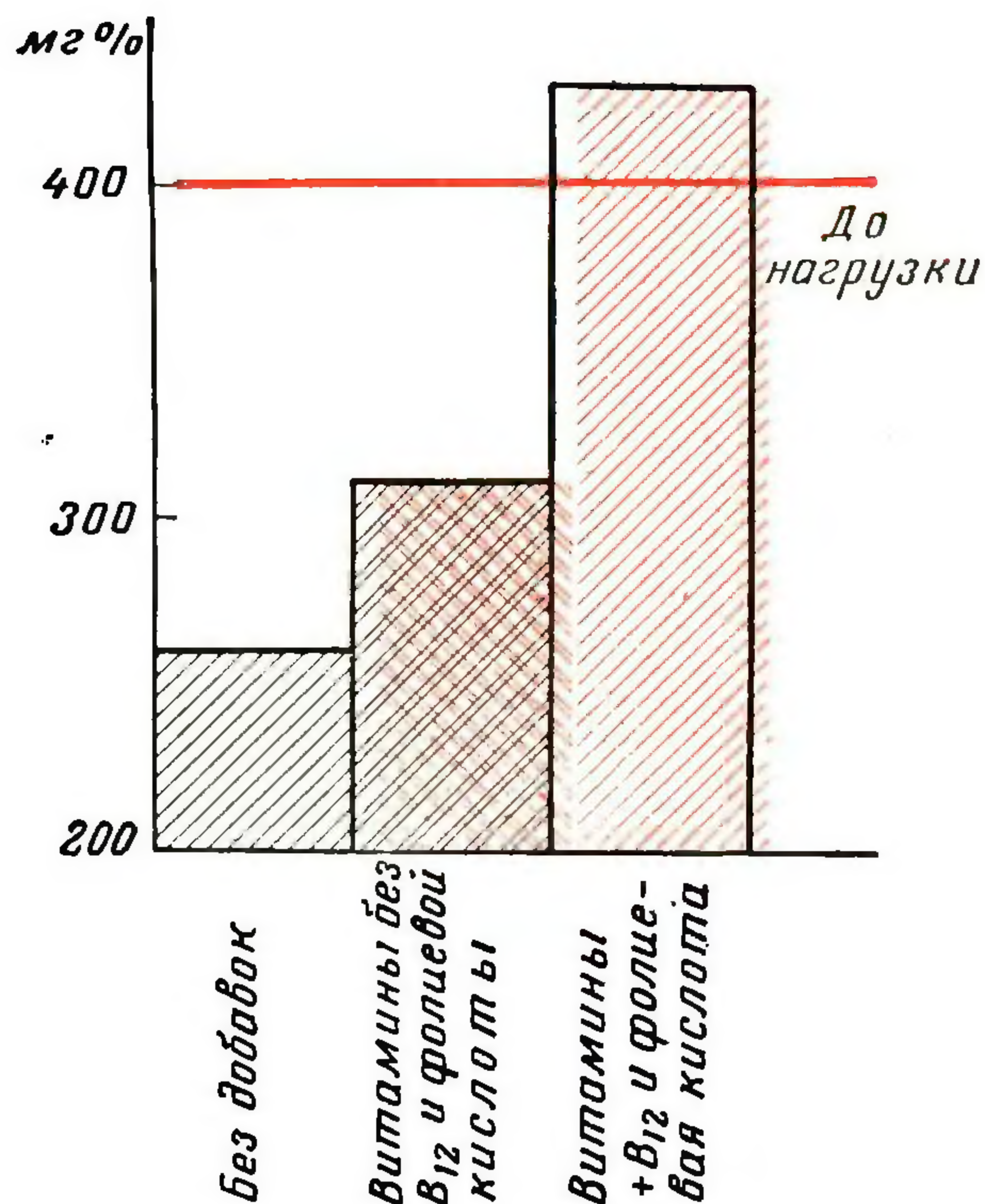


Рис. 3. Влияние витаминов на уровень РНК в крови при нагрузках

Помимо прямого восполнения недостающих аминокислот, есть и косвенные пути улучшения белкового питания животных. К ним относится применение детергентов (эмульгаторов), таких как арилалкилсульфонат, получаемый в качестве побочного продукта нефтяной промышленности, и другие, которые вследствие поверхностной активности приводят к эмульгированию (превращению в эмульсию) скармливаемых питательных веществ и лучшему их усвоению. Это относится и к аминокислотам, содержащим серу, — метионину, цистину и цистеину, которые хуже других аминокислот проникают через кишечную стенку. Детергенты повышают их усвоение и тем частично снижают отрицательный результат их недостатка. Этот способ уже получил практическое применение для повышения усвоения жирорастворимых витаминов, он перспективен и в отношении белка.

Перспективно также применение протеолитических ферментов, облегчающих расщепление белка до аминокислот в желудочно-кишечном тракте.

Дешевых протеолитических ферментов для применения в животноводстве еще нет, но заслуживают внимания результаты работ советских ученых, установивших большой эффект от добавления к рационам 5—10% семян, пророщенных в течение 2—3 дней. При проращании семян, как известно, быстро увеличивается содержание воднорастворимых витаминов и активность энзимов, в том числе протеолитических. Установить природу рост-стимулирующего действия пророщенных семян и найти способы практического использования этого приема — задача первостепенной важности.

К числу косвенных приемов экономии белка следует отнести и применение жира. Процесс биосинтеза белка энергоемкий, и включение жира, повышая калорийность рациона, до некоторой степени предотвращает сжигание белка для покрытия энергетических потребностей. Кроме того, жир, особенно растительный, служит поставщиком незаменимых ненасыщенных жирных кислот — линолевой и линоленовой.

Применение жира в кормовых целях стало возможным в последние годы благодаря разработке весьма активных и безвредных антиоксидантов, т. е. веществ, предотвращающих окисление (бутилоксианизол, бутилокситолуол), что позволило стабилизировать нестойкие отходы жировой промышленности и вместо технического использования направить их на кормовые цели. Благодаря

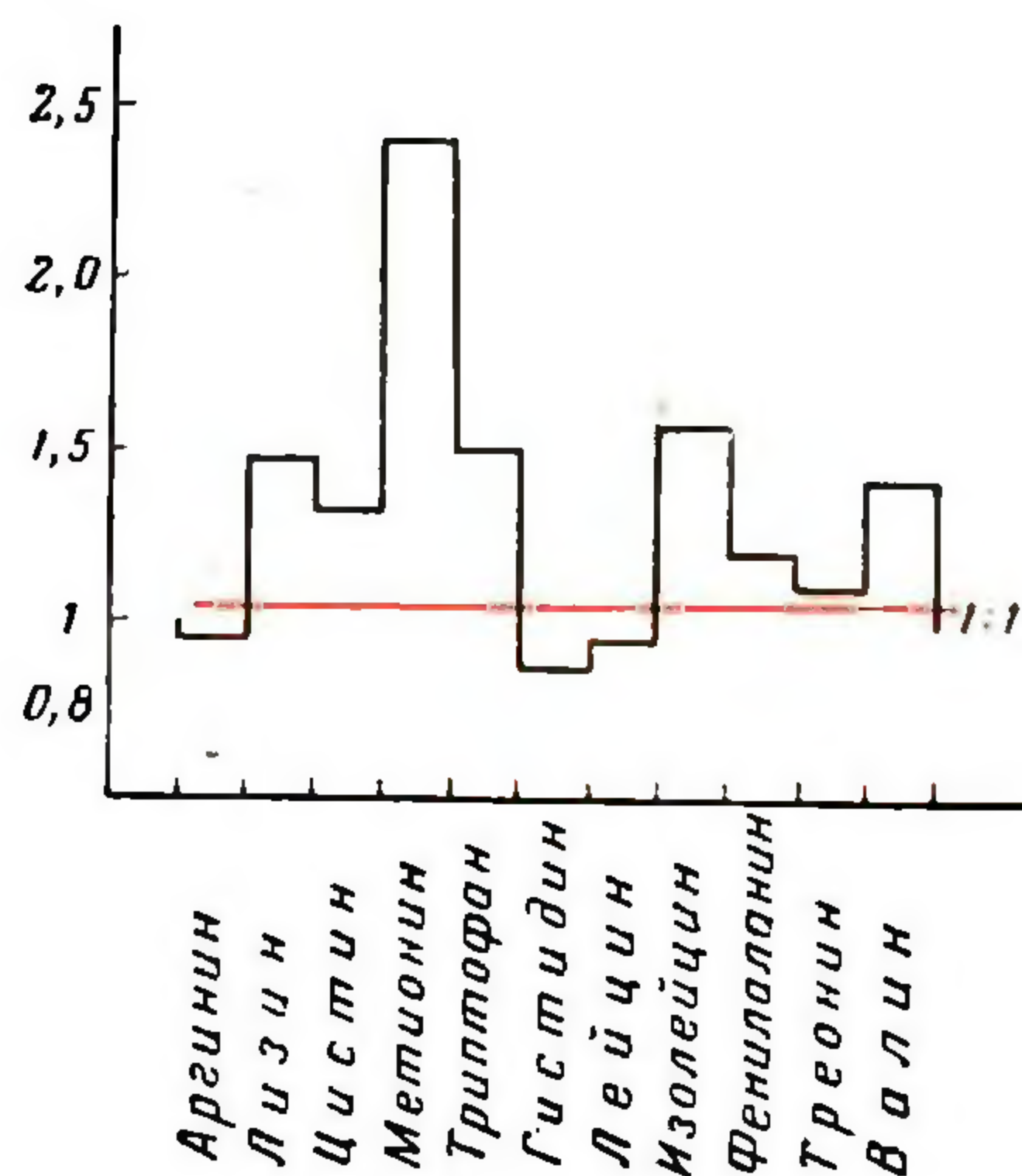


Рис. 4. Соотношение аминокислот яичного белка и рациона

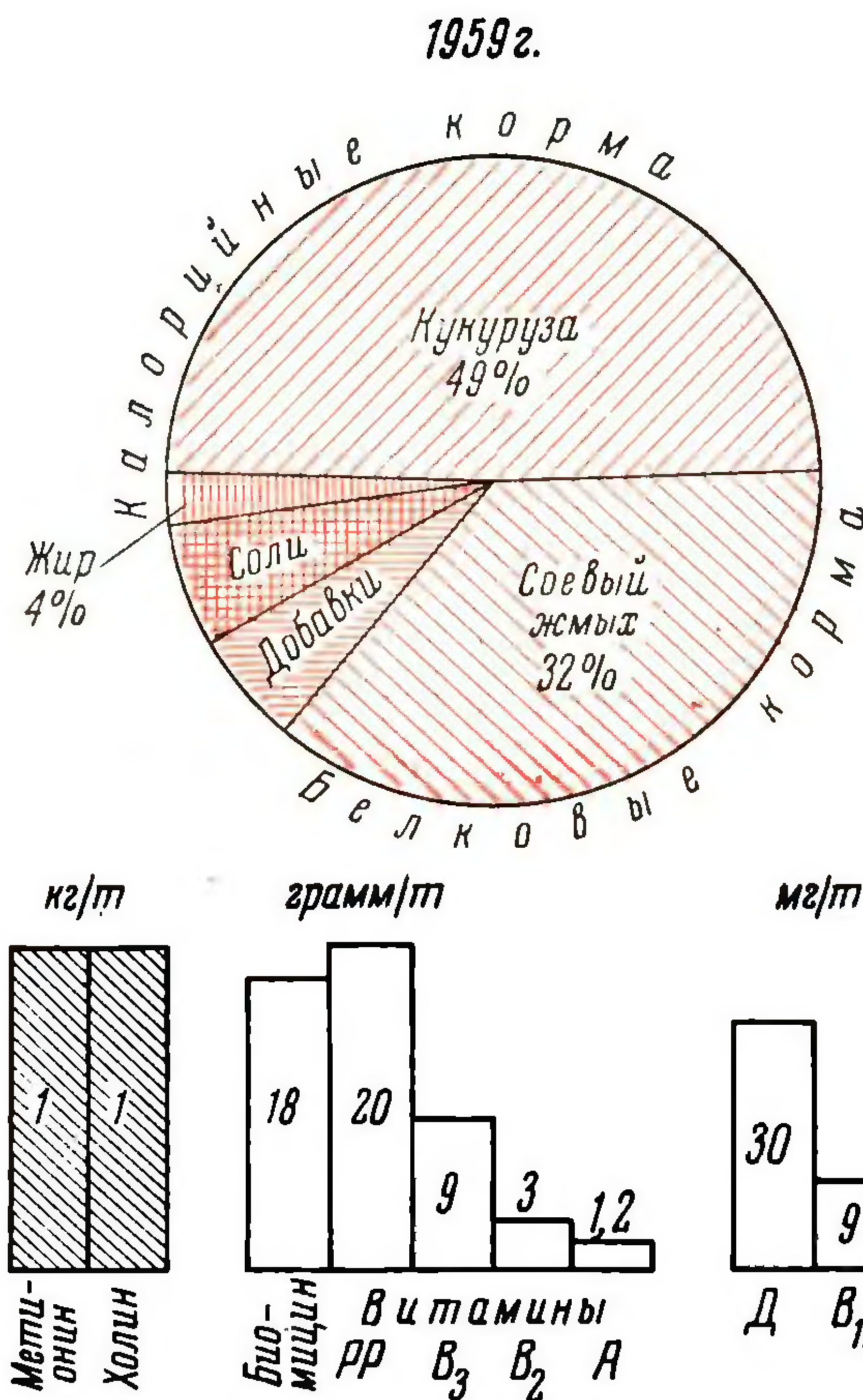
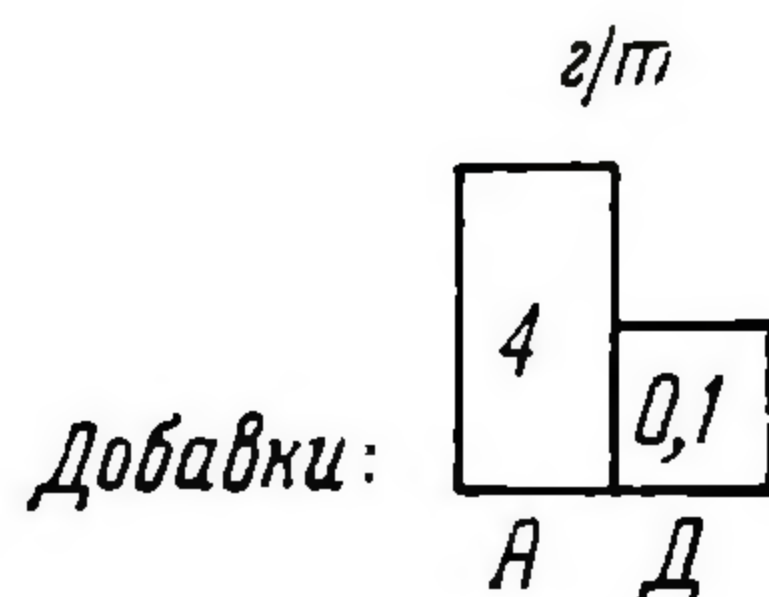
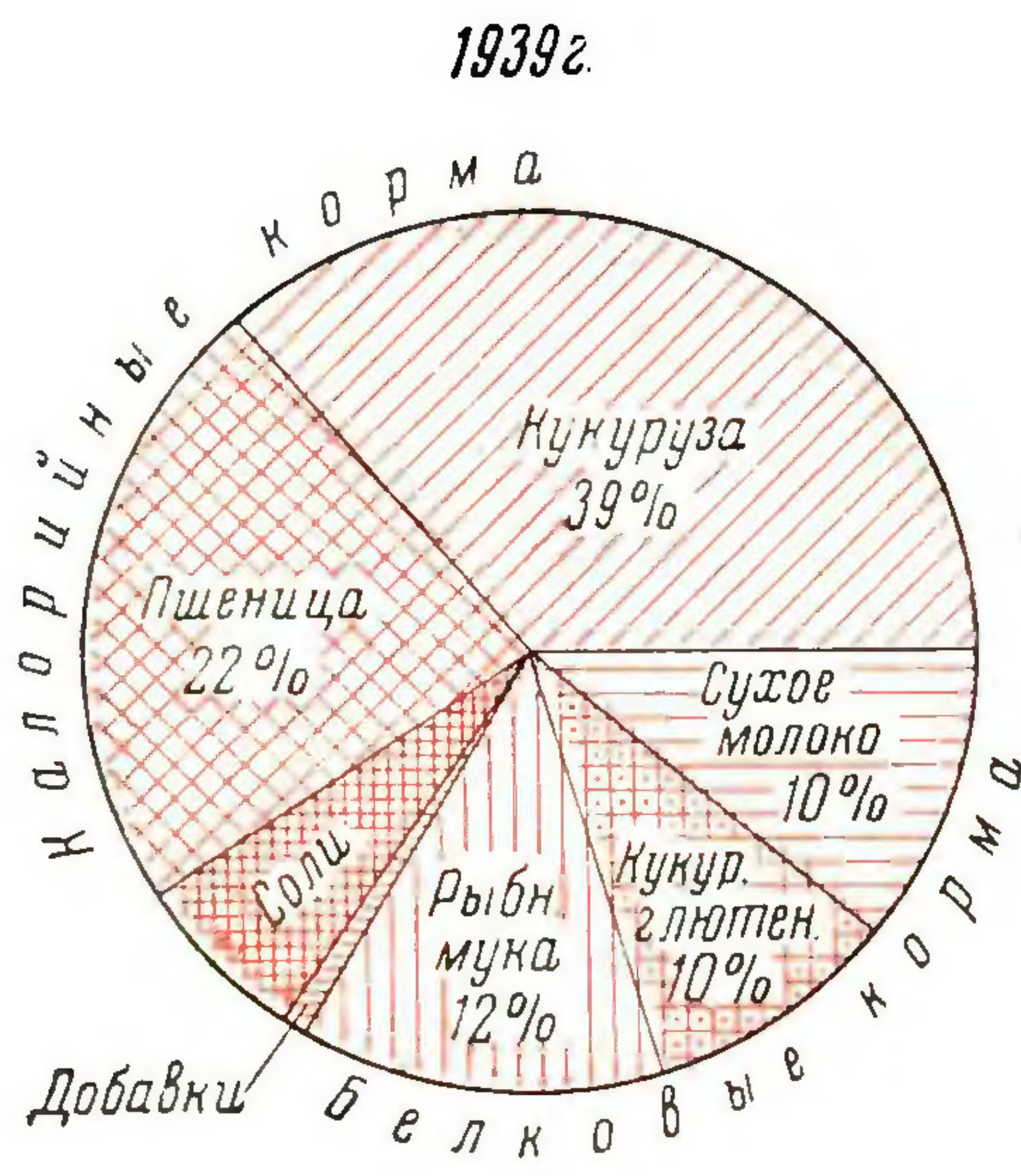


Рис. 5. Состав рационов для цыплят

годаря стабилизации оказалось также возможным снизить нормы обогащения кормов жирорастворимыми витаминами А и D.

Важное значение в животноводстве приобрели антибиотики. Они не относятся к числу пищевых веществ, и мы даже не знаем еще точно, в чем именно заключается механизм благоприятного действия малых доз антибиотиков, добавляемых к кормам. По-видимому, они в благоприятную сторону изменяют деятельность кишечной микрофлоры, устраняют болезнетворные формы микроорганизмов, предупреждают заболевания и отход молодняка, улучшают использование пищевых веществ, в том числе и белка.

В последние годы, наряду с антибиотиками микробиологического происхождения (биомицин и др.), большое значение приобрели также синтетические антибиотики — нитрофуразон и фуразалидон. Их преимущество — более низкая стоимость по сравнению

с антибиотиками микробиологического происхождения¹.

БИОПРЕПАРАТЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

За последние годы в составе кормовых рационов, в частности для цыплят, произошли существенные изменения. По имеющимся данным (рис. 5), в США в состав кормовых средств, обеспечивающих калорийность рациона, ввели стабилизированный жир, а пшеница, как ценная продовольственная культура, заменена большим количеством кукурузы. Из рациона совсем исключены дорогие и дефицитные корма животного происхождения, они заменены соевым жмыхом. Однако самое характерное — это введение целого ряда микродобавок, которые отсут-

¹ Синтез этих антибиотиков успешно осуществлен Институтом органической химии Академии наук Латвийской ССР, а Институт биологии той же академии установил их высокую эффективность в животноводстве.

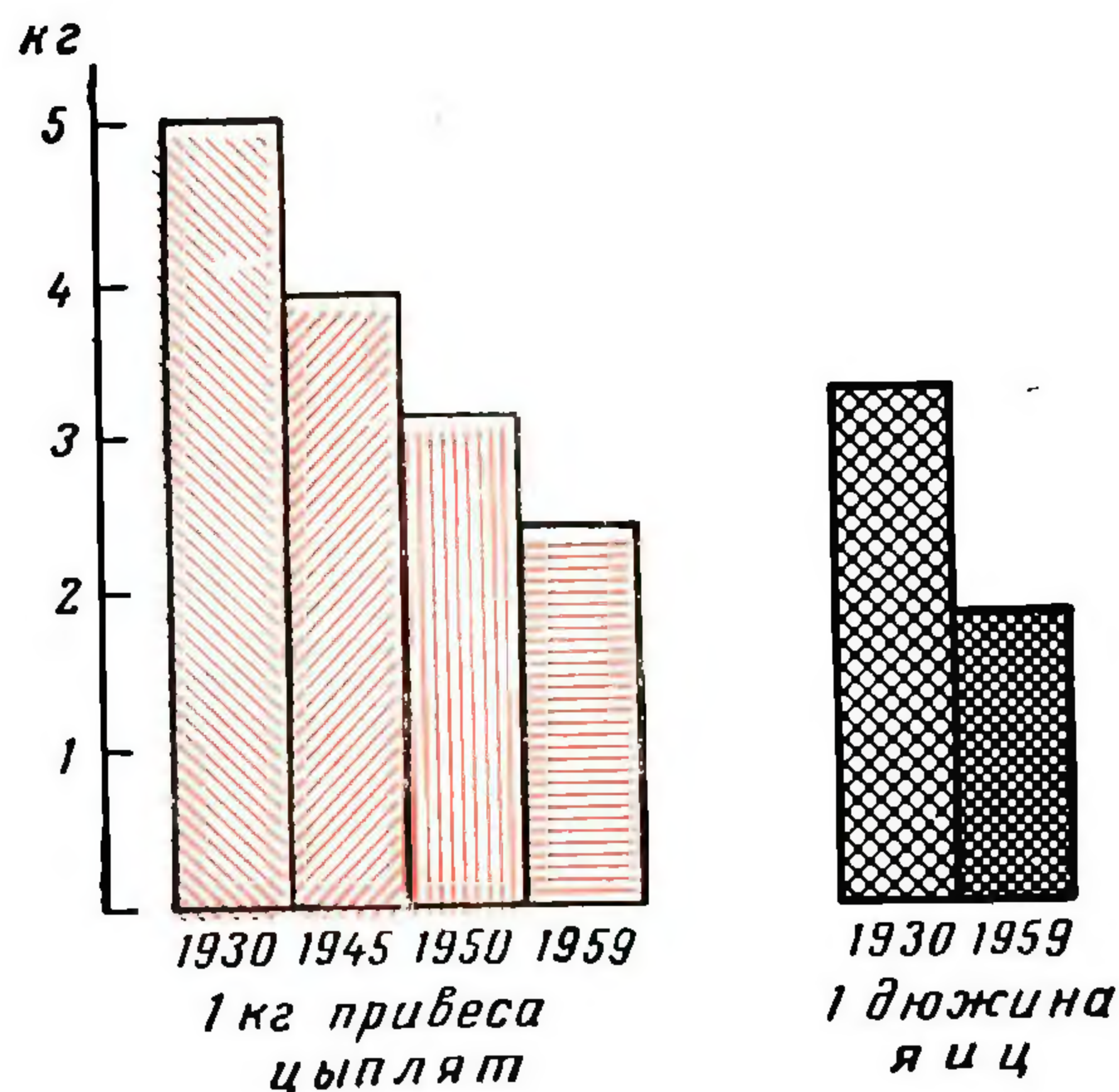


Рис. 6. Динамика затраты кормов на 1 кг привеса или единицу продукции

ствовали ранее, среди них целая серия витаминов, антибиотик биомидин, аминокислота метионин.

Все это привело к уменьшению затрат кормов на единицу привеса или продукции. Из рис. 6 видно, что затраты кормов на единицу привеса цыплят снизились с 5 до 2,4 кг, а на производство дюжины яиц — с 3,6 до 1,8 кг, т. е. в два раза. Но это не предел. Получены данные о дальнейшем снижении затрат корма до 2,1 кг на 1 кг привеса.

По мере обогащения кормов витаминами, антибиотиками и аминокислотами, их затраты при выращивании цыплят и поросят падают, а привесы возрастают (рис. 7). Это подтверждено практикой передовых птицефабрик нашей страны. Однако во многих хозяйствах перерасход кормов еще велик. Так, средняя затрата кормов при выращивании свиней в совхозах РСФСР в 1960 г. составляла 9,1 кг кормовых единиц на 1 кг привеса и лишь в некоторых передовых хозяйства — 6,5 кг. Расчеты показывают, что при тех же кормах мы могли бы увеличить производство мясной продукции по крайней мере в 1,5 раза, если бы удалось ликвидировать отставание в производстве обогатителей.

До второй мировой войны производства витаминов почти не существовало ни в одной стране. Оно было организовано и разви-

лось лишь в период военных лет. В то время казалось, что это временное явление. Однако пример США показал, что производство витаминов в послевоенный период не только не уменьшилось, но значительно возросло. Для послевоенных лет характерно и то, что, наряду с витаминизацией пищевых продуктов, витамины все в большем объеме стали расходоваться для обогащения кормов.

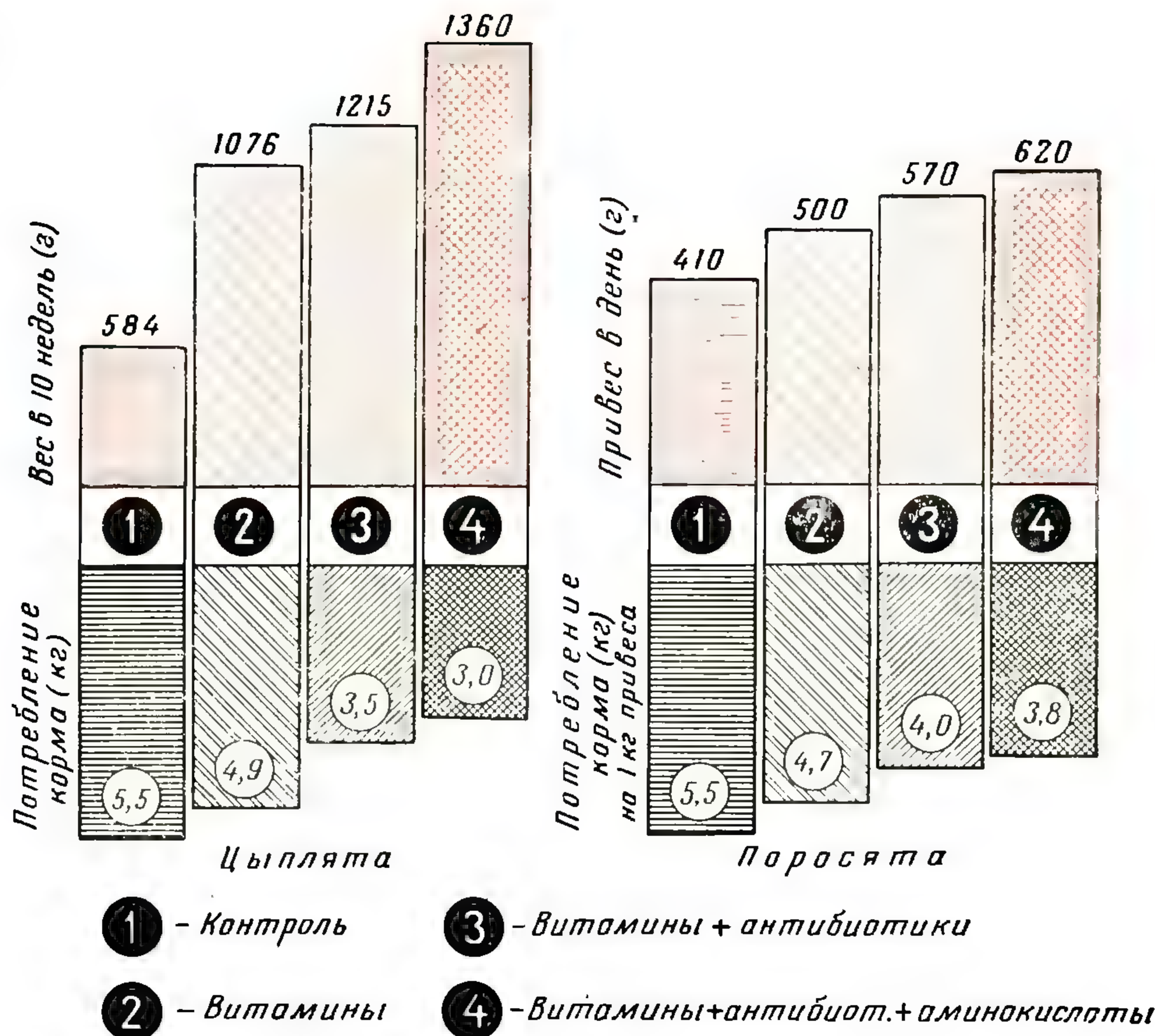
Организовать производство витаминов для нужд животноводства не так уже сложно и дорого: нет необходимости в получении чистых препаратов, достаточно иметь витаминные концентраты. Задача упрощается и тем, что не все виды животных нуждаются во всех витаминах, а кроме того, не все витамины дефицитны при обычном составе рационов. Практически речь идет о витаминах А и D, которые необходимы всем видам животных и птиц без исключения. Что же касается большой группы витаминов В, они необходимы лишь для свиней и птицы, но и здесь при условии введения в рацион 3—4% кормовых дрожжей, которые являются их природным концентратом, и 3—5% травяной (сенной) муки, также богатой витаминами; дефицитен лишь витамин В₁₂, которого нет ни в растительных кормах, ни в дрожжах. Жвачные животные не нуждаются в витаминах группы В, включая и витамин В₁₂, по той причине, что микрофлора преджелудка (рубца) синтезирует их в достаточных количествах и снабжает ими организм хозяина.

Обогащение рационов витаминами дает возможность резко снизить отход молодняка, особенно свиней и птицы, значительно повысить усвоение кормов, ускорить рост и снизить затрату корма на единицу прироста или продукции, заменить дорогостоящие и дефицитные корма животного происхождения более дешевыми растительными.

Основу снабжения животных витаминами должны составлять витаминные корма, заготавливаемые в самих хозяйствах (хороший силос, сено, морковь и др.), и лишь в качестве добавки недостающих количеств следует использовать витаминные концентраты. Рациональный путь решения проблемы витаминного питания животных лежит, таким образом, в сочетании использования природных витаминных кормов с применением концентратов промышленной выработки.

По степени дефицитности прежде всего надо поставить витамин D, так как даже в лучших по его содержанию кормовых продуктах (сено солнечной сушки, цельное мо-

Рис. 7. Влияние добавок на привес и затрату корма



локо, яичный желток, рыбы жиры) он находится в ничтожных количествах. В летнее время при выпасе животных нет необходимости в добавке этого витамина, так как под влиянием солнечного освещения он образуется в коже животного и разносится по всему телу; в этот период некоторая добавка его необходима только птице, так как куры, например, имеют привычку уходить от яркого освещения и скрываться под навесами.

Витамин D имеет первостепенное значение для минерального обмена и предохранения от развития рахита. Под его влиянием повышается усвоение солей кальция и их отложение в костях, поэтому он необходим молодняку всех видов животных и птицы. Нуждаются в нем и продуктивные животные — молочный скот, несушки. На формирование скорлупы одного яйца курица, например, тратит около 10% кальция, содержащегося в ее теле, и этот расход должен быстро восполняться. Если этого не происходит, курица реагирует сокращением или прекращением яйцекладки. Исследования,

проведенные В. К. Бауман (Институт биологии Академии наук Латвийской ССР) с изотопным кальцием, вскрыли удивительно тонкий механизм этого явления. Как только после кладки 4—5 яиц содержание кальция у курицы-несушки в крови понижается, что неизбежно в отсутствие витамина D, это служит сигналом для автоматического включения системы гормональной регуляции. В результате образование новых желтков прекращается, старые рассасываются и наступает перерыв в яйцекладке до тех пор, пока уровень кальция в крови не придет к норме.

Серьезные нарушения наступают и у молочного скота. С каждым литром молока корова выделяет свыше одного грамма кальция, расходуя при недостатке его поступления извне кальций своего костяка. Несбалансированность минерально-витаминного питания — одна из главных причин быстрого «износа» высокомолочных животных.

Выпускаемые фармацевтической промышленностью масляные концентраты витамина

D₂ крайне неудобны для дозирования, нестойки при смешивании с кормами и к тому же сравнительно дороги. Получаются они из дрожжей путем сложной их обработки; между тем непосредственное облучение дрожжей, как это проверено на Лохвицком спиртокомбинате, дает удобный для применения в животноводстве сухой стабильный препарат с стандартным содержанием 20 000 инт. ед. витамина D₂ в 1 г, а стоимость его лишь немногим превышает обычные кормовые дрожжи. Одного килограмма таких дрожжей достаточно для обогащения 15—20 т кормов для свиней и рогатого скота.

Эффективный способ производства витамина D₃, который в 30 раз активнее для птицы, чем витамин D₂, разработан Институтом биохимии Украинской Академии наук и налажен на Киевском витаминном заводе. Готовый продукт представляет собой стабильный казеиновый концентрат с 0,5% содержанием витамина, удобный для смешивания с кормами.

Витамин А в виде провитамина (каротина) представлен в кормах значительно шире, чем витамин D. Он содержится во всех зеленых растениях, в моркови; но каротин — соединение неустойчивое и быстро разрушается при сушке трав на сено. Даже при улучшенных способах заготовки сена сохранность каротина не превышает 20—25%.

Значительно лучше сохраняется каротин при силосовании, и это основной способ обеспечения крупного рогатого скота, овец и отчасти свиней провитамином. Что касается птицы и молодняка свиней, не приспособленных к поеданию больших количеств силоса, важное значение приобрела искусственная сушка трав на сennую муку. При этом каротин сохраняется до 85%, к тому же мука, особенно бобовая, богата другими витаминами, белками и минеральными солями. Наладить производство травяной муки в широком масштабе весьма важно. Включение 3—4% такой муки в рацион свиней и птиц достаточно для удовлетворения минимальной потребности в витамине А.

Все это, однако, не снимает задачи получения самого витамина А для нужд животноводства. Его природным источником служат рыбы жиры, но их количество ограничено. Поэтому огромное значение имеет создание производства синтетического витамина А для нужд животноводства, так как 1 т синтетического витамина А

эквивалентна по его содержанию примерно 5000 т медицинского рыбьего жира.

Концентраты витамина А важны, прежде всего, для цыплят и молодняка других животных. Дело в том, что материнский организм не способен передавать плоду сколько-нибудь значительные запасы этого витамина, и потому молодняк с первых же дней своего появления на свет остро нуждается в нем. Если витамин не поступает с пищей, то быстро развивается авитаминоз и наступает гибель молодняка. Для цыплят, например, установлено, что истощение запасов витамина А происходит через 6 дней, даже если цыплята выведены из яиц хорошо кормленных кур.

Подкормка витамином в первые дни жизни может потребоваться и для телят, и поросят, если содержание витамина А в молозиве и молоке матерей из-за недостатка каротина в рационе невысокое.

При использовании витаминов оказалось возможным по-новому подойти к решению такого вопроса, как нормирование цельного молока, скармливаемого при выпойке телят. Нормы эти высоки (около 400 л) и поглощают значительную часть молочной продукции. Опыты, поставленные Я. М. Берзиным в Латвии, показали, что норму молозива и цельного молока, спаиваемого в первые дни жизни теленка, можно ограничить 80—100 л, а затем перейти на снятое молоко, обогащенное витаминами А и D. Эти витамины удаляются вместе с жиром и в оброте отсутствуют, поэтому их добавка обязательна. Латвийский Институт животноводства и ветеринарии уже практикует этот прием в течение 14 лет. За этот период выращено несколько тысяч телят и свыше 800 голов высокопродуктивных молочных коров. Стоимость витаминов на выпойку одного теленка составляет 1 р. 80 коп. (1 г витамина А и 15 мг витамина D), сливочного же масла при этом сберегается 10—12 кг.

В условиях пастбищного овцеводства юго-востока и Средней Азии, где зеленый травостой сохраняется лишь в течение 2—3 весенних месяцев, а остальное время года животные довольствуются выгоревшими травами, не содержащими каротина, в организме животных к периоду осенней случки истощаются запасы витамина А и, как следствие этого, наблюдается малый приплод. Подкормка всего поголовья витамином А устраняет этот дефект, но это требует больших затрат витамина и пока неосуществимо. Оказалось,

однако, что подкормка витамином А только баранов, используемых для искусственного осеменения, позволяет получать в опытных отарах по сравнению с контрольными 5—10 дополнительных ягнят на каждые 100 овцематок, стоимость же витамина на дополнительную голову приплода составляет всего 3—6 коп.

По данным сотрудников нашей лаборатории А. А. Дмитровского, Н. И. Зайцевой и др., проводивших эти опыты в Туркменской ССР на большом поголовье каракульских овец (свыше 300 тыс.), установлена новая важная роль витамина А. Он не только стимулирует сперматогенез (образование сперматозоидов), но и повышает их энергетический обмен. Содержание АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) в них возрастает в 2—3 раза и, как следствие этого, увеличивается активность (подвижность) сперматозоидов на 3—4 балла (при оценке ее по 10 балльной системе).

Витамина В₁₂, как уже говорилось, в растительных кормах нет, а между тем он приобрел большое значение, так как позволяет обходиться без применения дорогих и дефицитных кормов животного происхождения. Широкое применение витамина В₁₂ затрудняется отсутствием способов его химического синтеза и крайне ограниченными природными источниками. Лишь в рыбной и мясокостной муке содержится 40—50 мг витамина в 1 т, а в молочных отходах 3—5 мг в 1 т. Установлено, что за счет этих источников животноводство СССР в 1965 г. получит всего лишь около 25 кг витамина, что явно недостаточно. Изыскание доступных способов получения витамина В₁₂ — задача весьма важная.

Следует указать, что витамин В₁₂ единственный среди всех других витаминов, синтез которого осуществляется простейшими организмами — бактериями и актиномицетами. Однако и среди них лишь очень немногие способны накапливать значительные количества витамина, а главное, все они требуют сложных питательных сред и поддержания строгой стерильности, что удорожает производство. Помимо этого, дело усложняется еще и тем, что бактерии синтезируют до 30 различных аналогов витамина В₁₂, но из них для человека и животных активны лишь два, которые содержат в нуклеотидной части молекулы 5,6-диметилбензимидазол (рис. 8) или 5-оксибензимидазол. Все остальные ана-

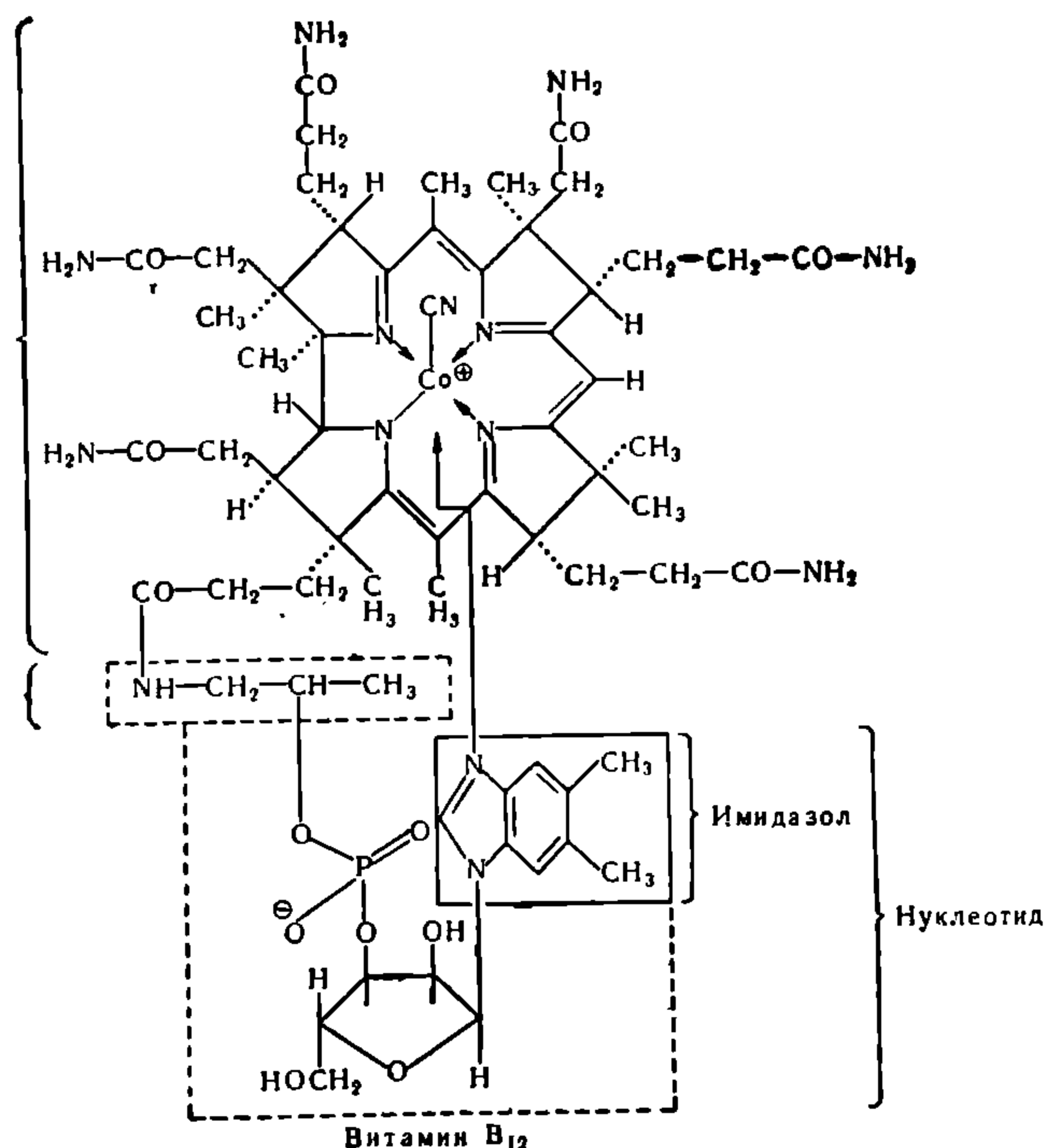


Рис. 8. Формула витамина В₁₂

логи, содержащие производные пуринов или пиримидинов, представляют собой псевдовитамины, бесполезные для животных.

В нашей лаборатории научными сотрудниками В. Я. Быховским и Е. С. Панцхава подобраны такие бактерии и питательные среды, которые удачно решают эти трудности: термофильные, теплоустойчивые, метанобразующие бактерии, выращиваемые на отходах (барде) ацетоновых и спиртовых заводов, работающих на мялассе (кормовой патоке).

Разработана технология получения концентрата В₁₂ (рис. 9). Из бражной колонны, в которой идет отгонка ацетона и бутанола, барда поступает проточным способом в железобетонный ферментер, где при 55—57° идет метановое брожение, сброженная барда далее сгущается и высушивается. Отсутствие затрат на питательную среду и стерилизующие устройства, наряду с несложностью оборудования и технологии, обеспечивает высокую экономичность производства.

Концентраты витамина В₁₂ весьма ценны не только по содержанию В₁₂, но и по высокому содержанию рибофлавина, фолиевой и пантотеновой кислоты и холинподобных веществ (холина и бетаина). Кормовой концентрат витамина В₁₂ в 500 раз

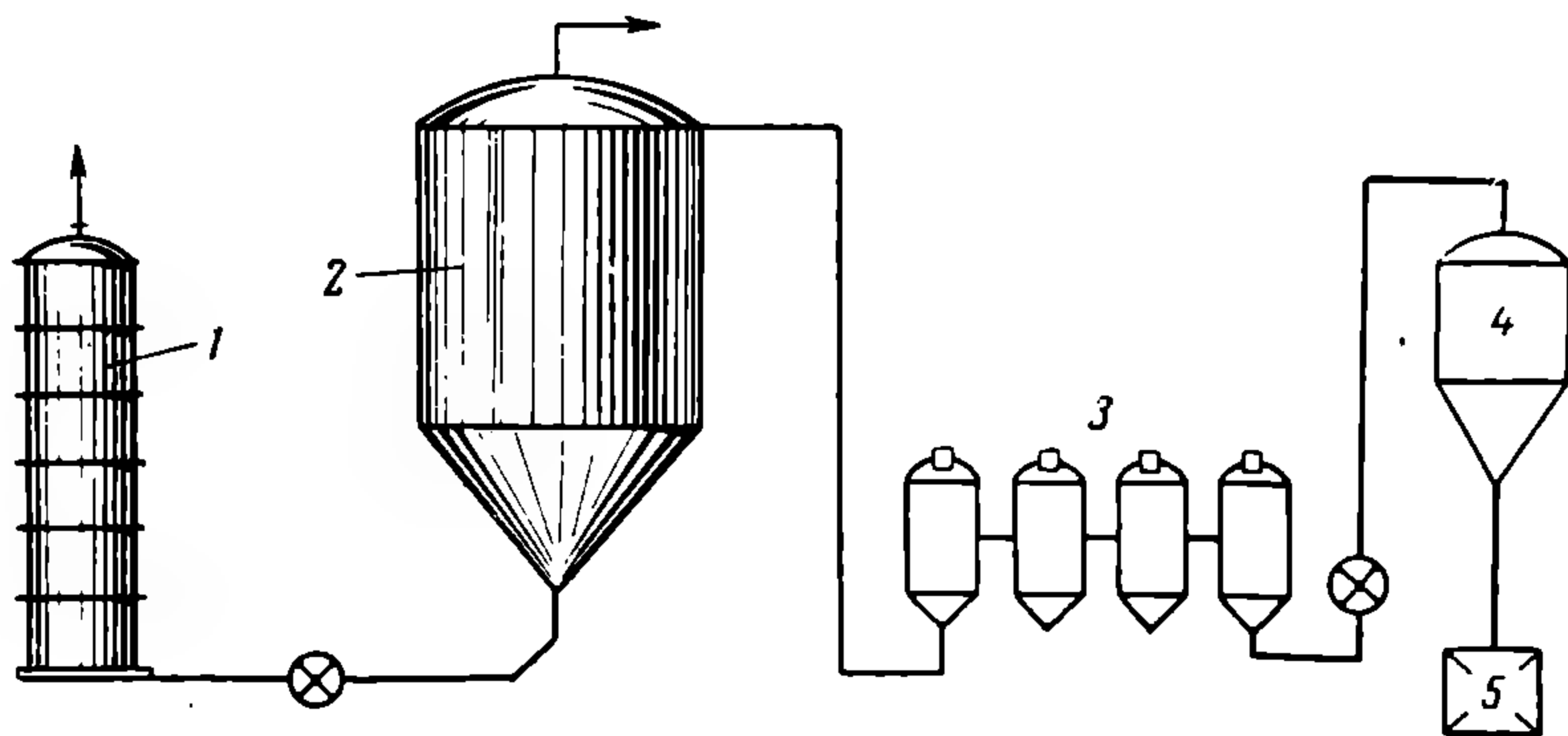


Рис. 9. Технологическая схема получения концентрата B₁₂. 1 — бражная колонна, 2 — метатанк, 3 — выпарной аппарат, 4 — сушилка, 5 — фасовочный аппарат

богаче этим витамином, чем рыбная мука. Полученные на опытной установке концентраты витамина B₁₂ были испытаны в ряде научно-исследовательских институтов животноводства, птицеводства и ветеринарии. Приведем два примера.

В Белорусском Институте животноводства (опыты К. М. Солнцева) концентрат витамина B₁₂ испытывался на свиньях вместе с антибиотиком кормогризином, предложенным Институтом микробиологии АН СССР. Витамин давался из расчета 1 мкг на 1 кг живого веса и кормогризин 700 ед. на 1 кг живого веса. В первом случае добавка одного витамина B₁₂ (при 100% содержания белка в рационе) дала 16% дополнительного привеса по сравнению с контрольной группой, а вместе с кормогризином — 20%. Точно так же и во втором случае (при 80% содержания белка в рационе) совместное применение витамина и антибиотика дало лучшие результаты. Но что особенно интересно — это совместное применение витамина и антибиотика на низкобелковом рационе дало даже лучший привес, чем на рационе с полной нормой белка, без добавок. Расход белка в этом случае составил 483 г вместо 634 г на 1 кг привеса, т. е. был на 24% ниже. Возможность экономии белка несомненна.

В Институте биологии Академии наук Латвийской ССР опыты проводились А. Р. Вальдман также на растительном рационе, без добавок кормов животного происхождения. В этих условиях добавка кристаллического витамина дала увеличение привеса на 18%, а эквивалентное количество этого витамина в виде концентрата — на 30%. Это объясняется, вероятно, присутствием в концентрате многих других активаторов, о которых шла речь. Большого внимания заслуживают данные, полученные на повышенных дозах концентрата.

Если эти дозы увеличить в 5—8 раз, то оказывается, что антибиотик (в данном случае биомицин) уже не оказывает дополнительного стимулирующего действия. Подобные результаты были получены и в ряде других опытов. Если это действительно так, то концентрат витамина B₁₂ поможет снизить потребность в дорогих антибиотиках микробиологического происхождения.

* * *

Мы осветили достижения и перспективы применения биохимических препаратов в животноводстве. Что же касается внедрения достигнутых результатов, то мы находимся пока лишь на самой ранней стадии использования огромных новых возможностей для нашего сельского хозяйства. Необходимы дальнейшие глубокие исследования механизмов действия биологически активных веществ, изучение свойств и влияния на животный организм малоизученных соединений, открытие все новых средств интенсификации сельскохозяйственного производства. Вместе с тем есть все возможности для создания крупного производства ряда ценных препаратов, внедрение которых окажет большую помощь в подъеме продуктивности животноводства.

ПРЕМИЯ ИМЕНИ А. Н. БАХА

Президиум Академии наук СССР Присудил проф. В. Н. Букину премию имени А. Н. Баха за серию работ, посвященных получению и применению витаминов в животноводстве. Это выдающееся исследование, проведенное на высоком теоретическом уровне,

составляет крупный вклад в обоснование важной народнохозяйственной проблемы — повышения продуктивности сельскохозяйственных животных — и создает основу ее практического решения.

Своими работами В. Н. Букин

установил, что наиболее рациональный путь решения проблемы витаминного питания животных лежит в сочетании использования природных витаминных кормов с концентратами промышленной выработки.

ТЕМПЕРАТУРА

А. И. Шальников, И. Ф. Щеголев

Институт физических проблем АН СССР (Москва)

ТЕМПЕРАТУРА И СПИНЫ

До сих пор для простоты мы говорили всегда о тепловом движении только молекул. По сути же дела, для большинства простых твердых тел, например, представление об отдельных молекулах не вполне соответствует действительному положению вещей. Эти тела состоят из кристаллов, которые образуются не молекулами, а атомами одного или нескольких сортов, и указать, где кончается одна молекула и начинается другая, невозможно: каждый кристалл представляет собой в сущности одну большую молекулу. Говорить здесь о тепловом движении молекул поэтому не имеет смысла, и внимательный читатель, вероятно, заметил, что там, где речь шла о твердых телах, мы говорили, как правило, о хаотическом движении атомов, а не молекул.

Но этим дело не ограничивается. При помощи температуры можно описывать также хаотическое движение и других объектов, например, хаотическое движение свободных электронов в металлах и даже хаотическое движение протонов и нейтронов, входящих в состав сложных атомных ядер.

Мы теперь покажем, как при помощи температуры можно описать поведение другой, тоже несколько необычной, но в сущности очень простой и замечательной в этой своей простоте системы — системы электронных спинов в твердом теле. Это позволит нам сделать более наглядным все предыдущее изложение и наполнит конкретным содержанием те общие рассуждения, которые до сих пор проводились. Знакомство со свойствами спиновых систем будет полезно и само по себе, потому что в последнее время эти системы заняли в физике почетное место, и изучению их свойств посвящены сотни работ. Дело в том, что с использованием спиновых систем связаны такие мощные способы изучения строения тел, как элект-

ронный и ядерный магнитные резонансы, и такие замечательные устройства, как мазеры — квантовые генераторы и усилители, не говоря уже о том, что использование свойств спиновых систем дает нам единственный способ получения очень низких температур — ниже $0,1^\circ\text{K}$.

Поясним, прежде всего, что понимается под спиновой системой. В настоящее время, вероятно, уже всем известно, что электрон, помимо электрического заряда, обладает еще определенным механическим моментом количества движения — спином и связанным с ним магнитным дипольным моментом.

Электрон представляет собой поэтому как бы миниатюрную магнитную стрелку, которая может ориентироваться в магнитном поле. Однако своеобразие природы электрона проявляется в том, что в отличие от обычной магнитной стрелки, которая может образовывать любой угол с направлением поля, магнитный момент электрона может находиться в поле в двух и только в двух состояниях: он может быть направлен либо по полю, либо против поля. Как мы увидим, именно это обстоятельство — наличие всего двух возможных состояний — и делает рассмотрение спиновой системы особенно простым и наглядным.

В большинстве химических соединений электроны, входящие в состав атомов, ведут себя так, что их спины, как говорят, спариваются: они оказываются направленными попарно в противоположные стороны. Поэтому результирующий магнитный момент таких соединений равен нулю, и они являются как бы магнитно нейтральными. Их называют диамагнитными. Однако, существуют и такие химические соединения, атомы или молекулы которых обладают некоторым количеством неспаренных электронных спинов. Такие соединения обладают, как правило, ярко выраженными магнитными свойствами. Их называют парамагнитными.

Очень часто бывает так, что в парамагнитных веществах взаимодействие магнит-

¹ Окончание. Начало статьи см. «Природа», 1963, № 4, стр. 11.

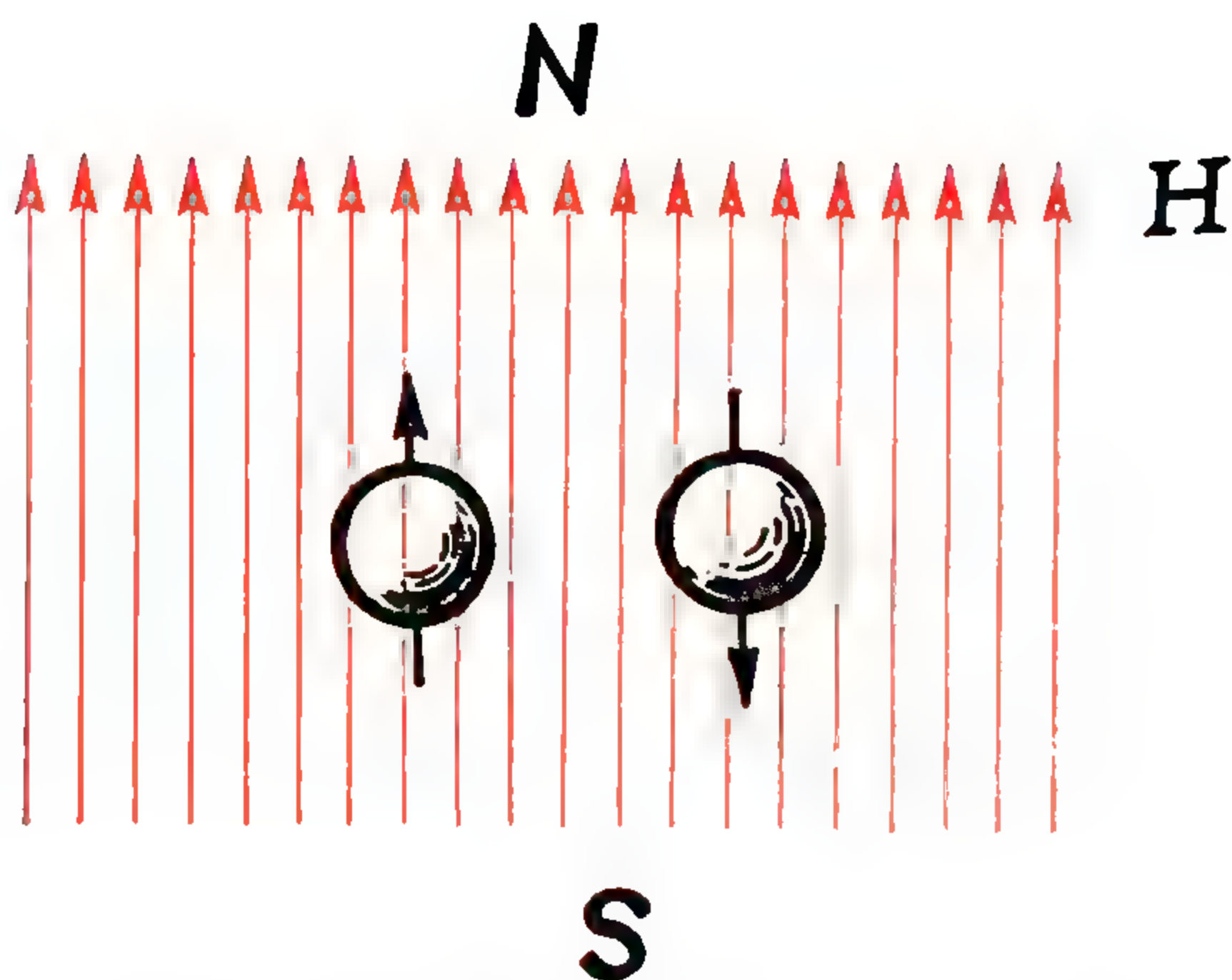


Рис. 5. Каждый спин может быть направлен либо по полю, либо против поля

ных моментов неспаренных электронных спинов с остальными электронами и атомными ядрами вещества оказывается гораздо более слабым, чем взаимодействие неспаренных магнитных моментов друг с другом. Это позволяет рассматривать совокупность неспаренных электронных спинов в парамагнитном веществе как некоторую практически изолированную единую систему¹.

Таким образом, под термином «спиновая система» мы будем понимать в дальнейшем совокупность относительно сильно взаимодействующих друг с другом неспаренных электронных спинов и связанных с ними магнитных моментов, имеющих в любом парамагнитном веществе.

Если поместить спиновую систему в магнитное поле, то каждый спин, как мы уже говорили, будет находиться в одном из двух возможных состояний: он может быть направлен либо по полю, либо против поля. Эта ситуация изображена на рис. 5. Каждое из двух возможных в магнитном поле состояний характеризуется своей энергией, равной той работе, которую необходимо затратить, чтобы переместить магнитный мо-

мент из достаточно отдаленной точки пространства, где поля нет, в данную точку, где есть поле.

Фактически эта энергия, которой обладает в поле магнитный момент электрона, играет роль как бы «кинетической» энергии движения; само же движение спина, являющегося частью спиновой системы, заключается в том, что под влиянием взаимодействия с магнитными моментами остальных электронов он будет перескакивать из одного состояния в другое, например, переворачиваться из положения по полю в положение против поля.

Движение заключается вообще в изменении состояния; так как электронный спин имеет в поле только два состояния, то его движение и заключается в переходах из одного состояния в другое и обратно.

Так как спиновая система состоит из очень большого количества спинов, то их движение должно быть столь же хаотичным, как и движение молекул газа. Мы знаем, что такое движение полностью описывается распределением вероятностей пребывания системы в тех или иных своих состояниях и что это распределение вероятностей определяется в свою очередь лишь температурой системы: $w = C \cdot e^{-E/\theta}$.

Энергия магнитного момента μ , параллельного полю H , равна $-\mu H$, а энергия магнитного момента, антипараллельного полю, равна $+\mu H$.

Если взаимодействие между спинами¹ невелико по сравнению с их энергией в магнитном поле², то полная энергия E равна практически только сумме энергий отдельных спинов: $E = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \dots$, где каждое ϵ может принимать значение либо $+\mu H$, либо $-\mu H$. В этом случае вероятность $w = C e^{-E/\theta}$ микросостояния с полной энергией E распадается на ряд множителей, относящихся каждый к отдельному спину: $w = C \cdot e^{-\epsilon_1/\theta} \cdot e^{-\epsilon_2/\theta} \cdot e^{-\epsilon_3/\theta} \dots$. Мы можем заключить поэтому, что $w_1 = C e^{\pm \mu H/\theta}$ есть вероятность нахождения каждого спина в одном из двух возможных состояний.

Если полное число спинов в системе равно N ,

¹ Мы будем говорить часто о взаимодействии спинов, об энергии спина в магнитном поле и т. д., имея в виду, что большинство этих свойств обуславливается связанными со спинами магнитными моментами.

² Мы говорили раньше, что энергия взаимодействия магнитных моментов спиновой системы друг с другом велика по сравнению с взаимодействием этих магнитных моментов со своим окружением, не входящим в спиновую систему. Это не мешает очевидно, считать энергию взаимодействия между спинами малой по сравнению с их энергией в магнитном поле.

¹ В сущности это является общим правилом: мы можем считать, что совокупность каких-то объектов образует единое целое, обладающее общими свойствами, если взаимодействие между ними сильнее, чем взаимодействие образованной ими системы со своим окружением. И, наоборот, мы не можем, например, говорить об отдельных молекулах в кристаллической решетке большинства твердых тел именно потому, что взаимодействие между соседними молекулами здесь так же велико, как и взаимодействие между отдельными атомами, входящими в состав молекул.

то среднее число спинов, ориентированных по полю, будет, очевидно

$$n_{\uparrow} = N \cdot C e^{\mu H / \theta},$$

а среднее число спинов, ориентированных против поля

$$n_{\downarrow} = N \cdot C e^{-\mu H / \theta}.$$

Оказывается, что по полю в среднем ориентировано всегда большее число спинов, чем против поля. Это соответствует тому, что в состояниях с меньшей энергией находится всегда большее количество частиц. На рис. 6 изображены числа спинов, находящихся в двух возможных своих состояниях, или как говорят, населенности энергетических уровней при различных температурах.

При абсолютном нуле температуры верхний уровень ненаселен, т. е. все спины ориентированы по полю. По мере увеличения температуры населенность верхнего энергетического уровня, т. е. число спинов, ориентированных против поля, увеличивается; полная энергия спиновой системы возрастает и это соответствует увеличению «интенсивности теплового движения». При бесконечно высокой температуре населенности уровней сравниваются, т. е. против поля «смотрит» столько же спинов, сколько и по полю¹.

А ЧТО ПРОИЗОЙДЕТ, ЕСЛИ НА ВЕРХНЕМ УРОВНЕ БУДЕТ БОЛЬШЕ СПИНОВ?

В самом деле, что же произойдет, если нам удастся каким-нибудь способом «загнать» на верхний уровень большую часть спинов, т. е. каким-то образом сориентировать против поля большую часть спинов, как это показано на рис. 7? Такому состоя-

¹ Заметим, что состояние системы, изображенное с помощью населенностей уровней, например, на рис. 6, б, есть макроскопическое состояние, так как мы не указываем здесь, какие спины именно куда «смотрят». В самом деле, спин № 1 и спин № 2, например, могут взаимно изменить свою ориентацию, т. е. поменяться местами; возникающее при этом микросостояние будет отлично от исходного, макроскопическое же состояние не изменится.

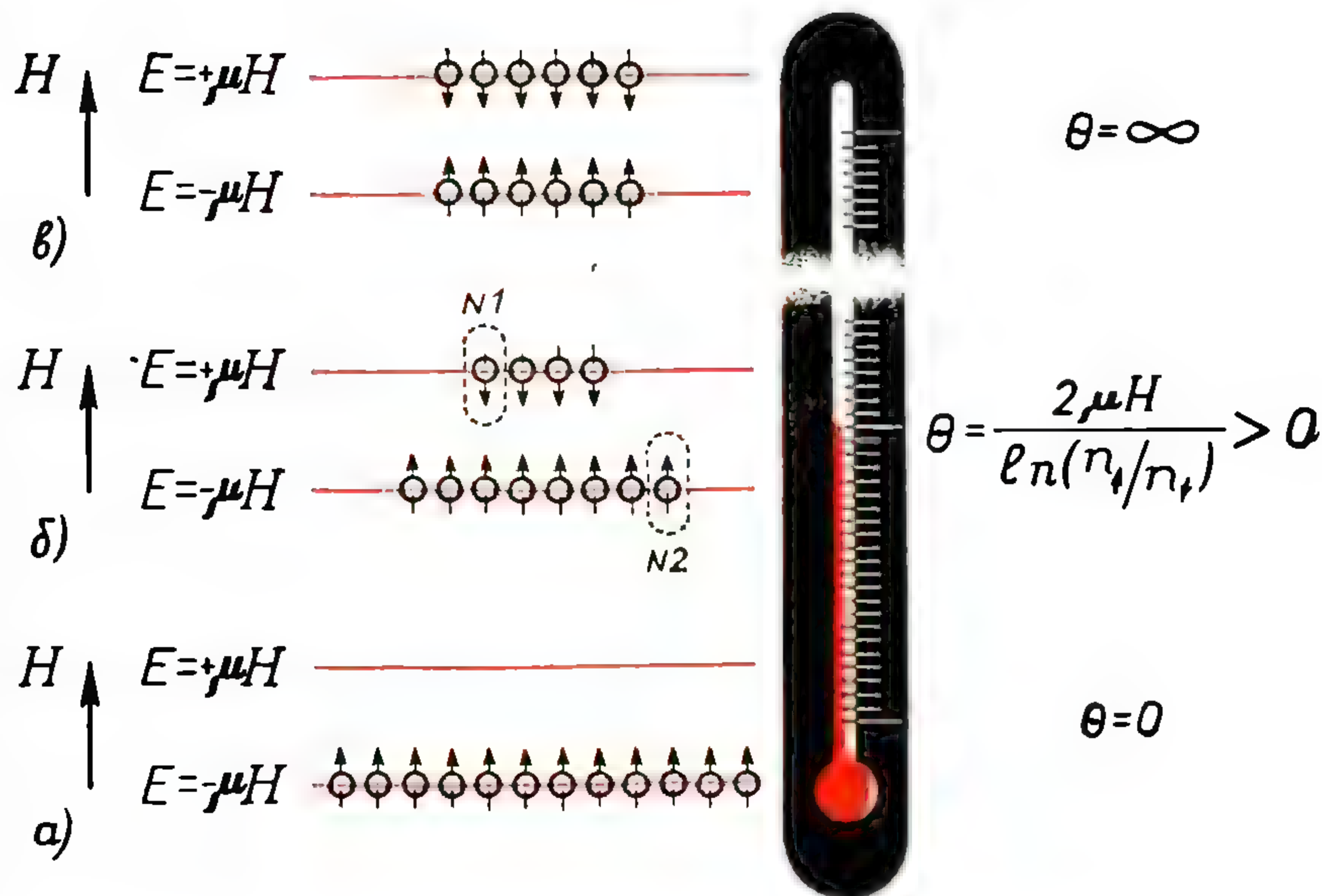


Рис. 6. Температура θ соответствует населенности энергетических уровней: $\theta = 0$ (а); θ имеет положительное конечное значение (б); θ равно бесконечности (в)

нию спиновой системы мы должны были бы приписать, очевидно, отрицательную абсолютную температуру! Возможно ли такое состояние, и если возможно, то в чем смысл отрицательной абсолютной температуры?

Простые соображения покажут нам сейчас же, что получить состояние спиновой системы, изображенное на рис. 7, вполне возможно. В самом деле, пусть система находится первоначально в макроскопическом состоянии, изображенном на рис. 6, б. Если мы теперь достаточно быстро изменим направление магнитного поля на обратное так, чтобы ни один спин не успел при этом повернуться вслед за полем, то мы получим, очевидно, состояние, изображенное на рис. 7.

Теоретический анализ и эксперимент показывают, что осуществить изменение ориентации магнитного поля требуемым образом вполне возможно, т. е. возможно получить спиновую систему, находящуюся при отрицательной абсолютной температуре!

Если мы посмотрим теперь на рис. 8, то увидим, что при этом спиновая система не только не является более «холодной», чем система, находящаяся при абсолютном нуле, но наоборот, она является даже более «горячей», чем система, находящаяся при бесконечно высокой температуре. Таким образом, энергетически область отрицательных

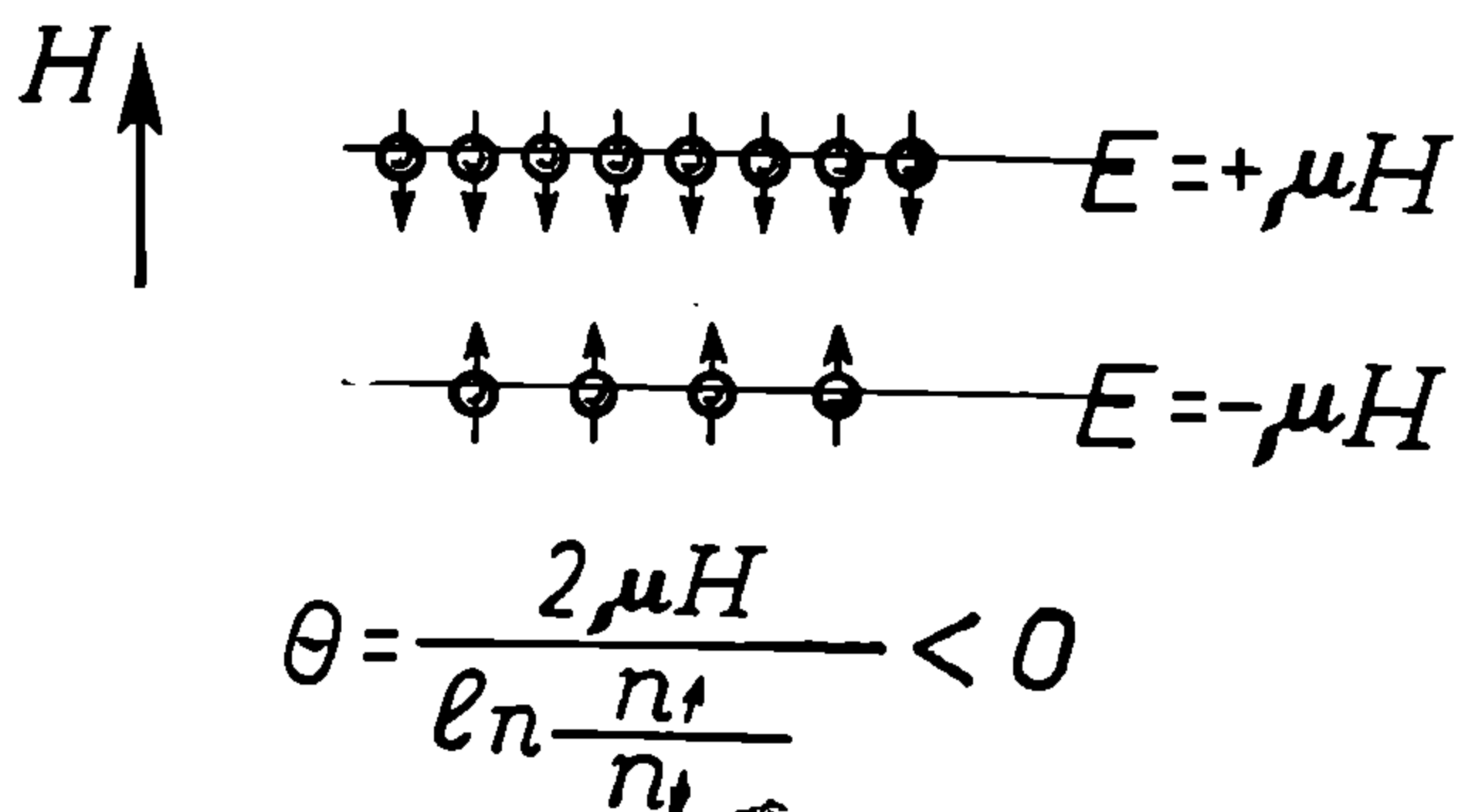


Рис. 7. Отрицательную абсолютную температуру мы приписываем такому состоянию спиновой системы, при которой верхний энергетический уровень заселен больше, чем нижний

абсолютных температур лежит не ниже абсолютного нуля, как это могло бы показаться с точки зрения обычных представлений о температурной шкале, а выше бесконечно высокой температуры¹, как это и изображено на рис. 8.

Если систему, находящуюся при отрицательной абсолютной температуре, привести в тепловой контакт с тепловым резервуаром, находящимся при положительной температуре, то тепло будет переходить от нашей системы к резервуару. При этом отрицательная абсолютная температура системы будет увеличиваться по абсолютной величине, станет бесконечно большой, и такое состояние не будет отличаться от состояния с бесконечно большой положительной температурой. При дальнейшем «остывании» температура будет уменьшаться по абсолютной величине, и в конце концов система окажется в термодинамическом равновесии при температуре резервуара.

Обычные, хорошо известные и привычные «молекулярные» системы не могут находиться при отрицательной абсолютной температуре. Такие системы обладают, как правило, бесконечным количеством возможных состояний, и последовательность их энергетических уровней простирается неограниченно вверх. Поэтому здесь никакими силами не возможно осуществить так называемую инверсию населенностей энергетических уровней, т. е. «загнать» на каждый следующий верхний уровень большее число частиц, чем на предыдущий.

¹ См. статью проф. Д. А. Франк-Каменецкого («Природа», 1960, № 3, стр. 16—22).

Распределение частиц, показанное, например, на рис. 9, не будет соответствовать отрицательной абсолютной температуре, так как здесь все же есть уровни с более высокой энергией, на которых частиц нет. Более того, макроскопическому состоянию, показанному на рис. 9, вообще невозможно приписать какую-нибудь единую температуру, так как оно в принципе не может быть описано с помощью распределения Гиббса; это состояние не является термодинамически равновесным.

Таким образом, необходимым условием для того, чтобы система могла находиться при отрицательной абсолютной температуре, является наличие верхней границы для последовательности возможных энергетических уровней. Спиновые системы и дают нам простейший пример подобного положения дел.

КАК ПОЛУЧИТЬ ТЕМПЕРАТУРУ 0,00001°K

У терпеливого читателя, который мужественно пробрался через научные дебри, оказавшиеся у него на пути, должен возникнуть законный вопрос: ну хорошо, мы знаем, что такое температура, мы знаем, сколько молекул с какими скоростями движется при различных температурах, сколько спинов куда «смотрит», но каким же путем мы можем получить нужную нам температуру?

Если бы мы могли взять несколько молекул и поместить их в сосуд, задав каждой из них, по желанию, какую-то определенную скорость, то мы получили бы температуру системы, соответствующую той полной энергии, которая у всех этих молекул имеется; но, к сожалению, мы не можем сообщать энергию каждой молекуле в отдельности и единственное, что нам остается — это сообщать энергию всей системе молекул или отнимать ее. Первое занятие приводит к нагреванию, а второе — к охлаждению тел.

Мы разберем сейчас один очень простой процесс, который используют для охлаждения спиновой системы. Это поможет нам понять, каким образом на практике получают очень низкие температуры. Оказывается, что уменьшать температуру можно изменением напряженности магнитного поля.

Рассмотрим опять систему спинов, находящуюся в магнитном поле при температуре θ . Число спинов на нижнем уровне будет равно $n_{\downarrow} = N \times e^{-\mu H / \theta}$; на верхнем уровне будет находиться

$n_{\downarrow} = N \cdot C e^{-\mu H/\theta}$ спинов. Видно, что отношение $n_{\uparrow}/n_{\downarrow} = e^{2\mu H/\theta}$.

Если мы теперь достаточно осторожно уменьшим напряженность магнитного поля так, чтобы не вызвать при этом дополнительных переходов спинов из одного состояния в другое¹, то мы получим, как это видно из рис. 10, новую систему спиновых уровней энергии с меньшим расстоянием между уровнями, однако, число спинов на новых уровнях, $n'_{\uparrow}$ и $n'_{\downarrow}$ будет равно числу спинов на старых уровнях: $n'_{\uparrow} = n_{\uparrow}$, $n'_{\downarrow} = n_{\downarrow}$. С другой стороны, возникшее новое макроскопическое состояние должно описываться опять распределением Гиббса, так как оно является равновесным в термодинамическом смысле состоянием. Это значит, что

$$n'_{\uparrow}/n'_{\downarrow} = e^{2\mu H_1/\theta_1}.$$

Так как $n'_{\uparrow}/n'_{\downarrow} = n_{\uparrow}/n_{\downarrow}$, то видно, что новая температура θ_1 должна находиться со старой температурой θ в соотношении: $\theta_1/\theta = H_1/H$, т. е. быть во столько же раз меньше, во сколько новое значение напряженности поля меньше старого.

Может показаться на первый взгляд, что если мы проведем размагничивание до нулевого поля, то и конечная температура должна стать равной при этом абсолютному нулю. Но это, конечно, неверно: вспомним, что тот способ, с помощью которого мы рассматривали спиновую систему, вообще справедлив только до тех пор, пока энергия спина во внешнем поле много больше энергии взаимодействия между спинами. В достаточно слабых полях это условие перестает выполняться.

Физически очевидно, однако, что взаимодействие между магнитными моментами неспаренных спинов заключается в том, что на каждый магнитный момент действуют какие-то местные магнитные поля, обязанные своим происхождением наличию сосед-

¹ Мы не можем здесь говорить более подробно о том, как нужно изменять напряженность поля, чтобы это изменение было «достаточно осторожным». Укажем только, что теоретический анализ и эксперимент показывают, что это вполне можно сделать.

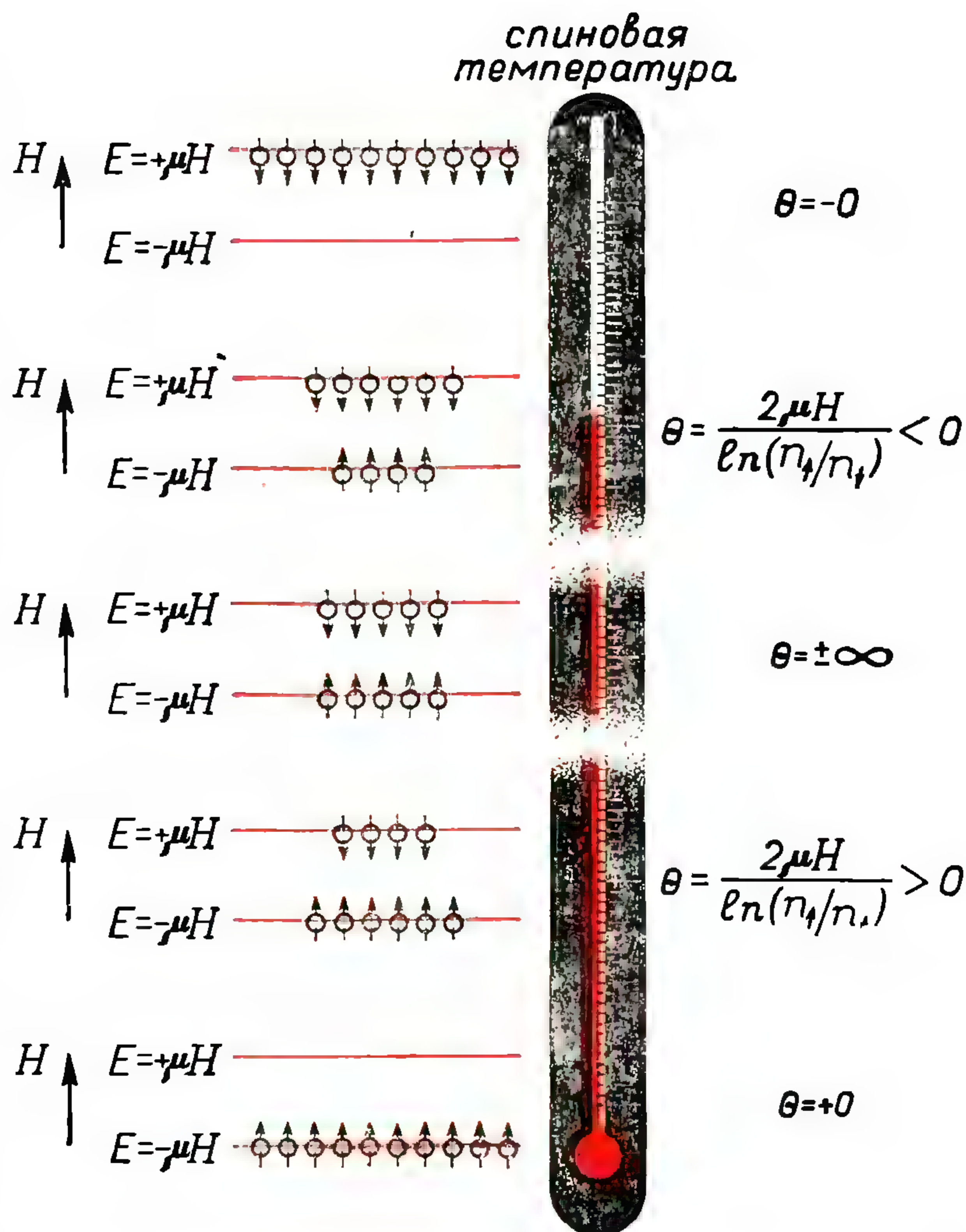


Рис. 8. Отрицательные абсолютные температуры лежат не ниже абсолютного нуля, а выше бесконечно высокой температуры

них магнитных моментов. Поэтому, грубо говоря, мы не можем провести размагничивание до нулевого поля: если даже мы сделаем внешнее поле равным нулю, то останутся еще местные магнитные поля, величина которых и будет определять наинизшую достижимую температуру.

Физический смысл понижения температуры спиновой системы при размагничивании легко понять, если провести следующие рассуждения. Пусть у нас была первоначально спиновая система, находившаяся при температуре θ в поле H и пусть мы провели над этой системой процесс размагничивания до поля H_1 . Населенности ее новых уровней энергии после размагничивания не соответ-

ствуют термодинамически равновесному состоянию при старой температуре θ : на верхнем уровне здесь находится меньшее количество спинов, чем нужно (см. рис. 10).

Если мы приведем эту размагниченную систему в тепловой контакт с каким-нибудь телом, находящимся при температуре θ , то получающаяся при этом сложная система не будет находиться в термодинамическом равновесии, так как две ее части обладают различными температурами. Поэтому начнется процесс установления термодинамического равновесия, который будет заключаться, как нетрудно сообразить, в том, что часть спинов перейдет на верхний уровень. Но такой переход сопровождается увеличением энергии спинов и поэтому он будет возможен только в том случае, если эта энергия будет забираться у тела, в контакте с которым находится спиновая система. Таким образом, спиновая система будет нагреваться, а тело — охлаждаться; энергия будет переходить от тела, находящегося при температуре θ , к спиновой системе, а это и означает, что температура спиновой системы после размагничивания $\theta_1 < \theta$.

Теперь вспомним, что наше рассмотрение спиновых систем началось с того, что мы искусственно выделили совокупность электронных спинов из состава той кристаллической решетки, внутри которой она находится. И это было правомерно потому, что взаимодействие между спиновой системой и содержащим ее твердым телом относительно слабо. Но это взаимодействие не равно в точности нулю и это приводит, в частности, к тому, что тепловое движение атомов оказывает некоторое влияние на хаотическое «движение спинов».

В самом деле, электронные спины, входящие в состав спиновой системы, являются частью атомов и вместе с ними совершают небольшие колебания около положений равновесия в кристаллической решетке. Это приводит к тому, что местные магнитные по-

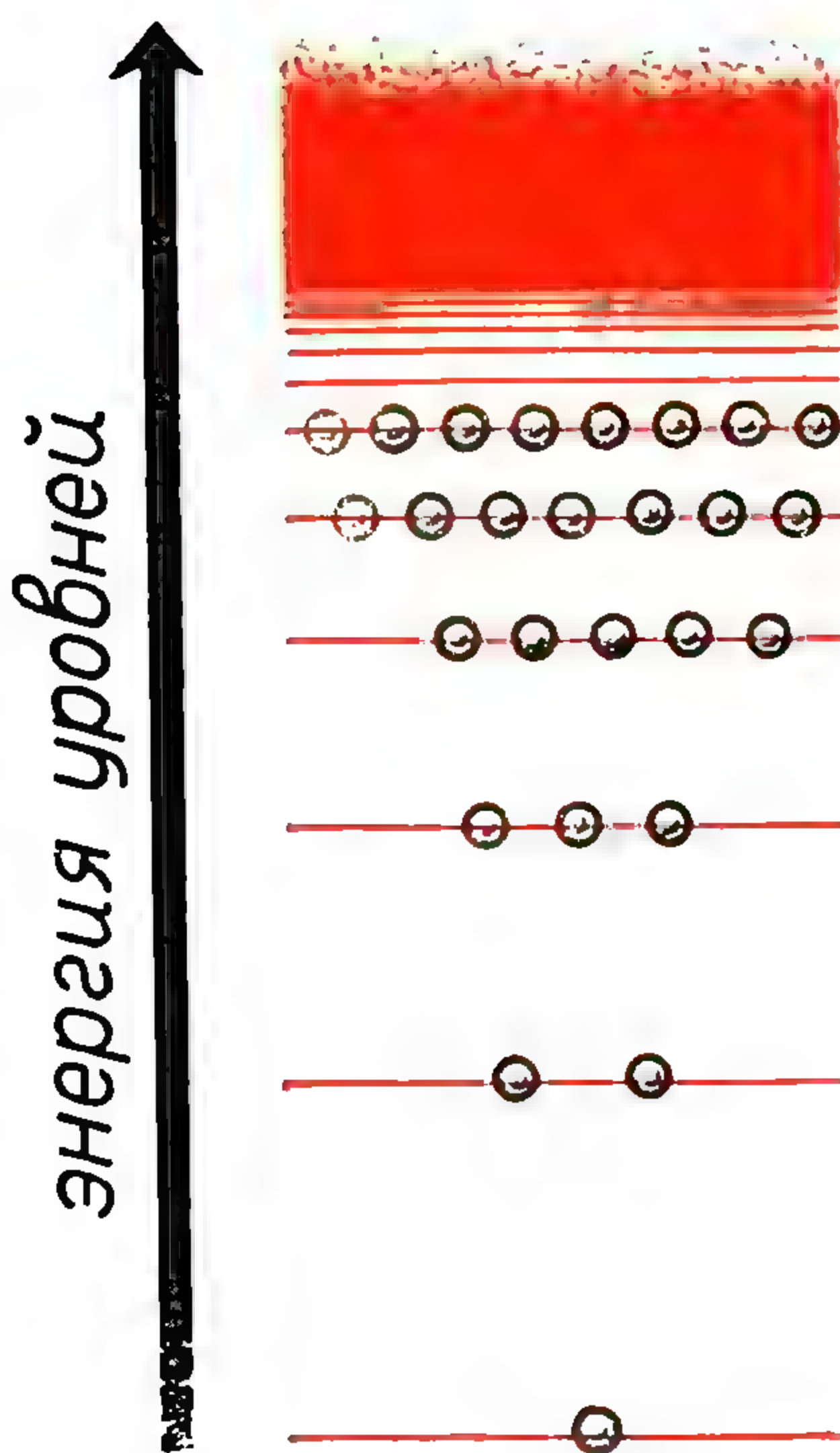


Рис. 9. Состоянию с таким распределением частиц по энергетическим уровням невозможно приписать какую-нибудь единую температуру

ля, действующие на некоторый спин со стороны соседних спинов, тоже начинают меняться со временем. А переменное магнитное поле способно вызвать перескок спина из положения по полю в положение против поля или наоборот.

В первом случае энергия спина увеличивается, а тепловое движение атомов, которое в конечном счете ответственно за перескок спина, уменьшает свою энергию. Во втором случае энергия спина уменьшается и ее избыток передается тепловым колебаниям атомов. Таким образом, все время существует тепловой контакт между спиновой системой и тем твердым телом, внутри которого она находится. Поэтому, буквально повторяя проведенные выше рассуждения, мы можем заключить, что при размагничивании изолированного парамагнетика его температура будет понижаться.

Величина этого понижения температуры определяется тремя обстоятельствами: величиной местных магнитных полей, которые определяют минимально достижимую температуру спиновой системы; теплоемкостью спиновой системы, которая определяет «запас холода», накопленного системой; и, наконец, теплоемкостью самого парамагнетика, которая определяет «запас тепла», имеющегося у тела.

При обычных температурах теплоемкость твердых тел велика, а теплоемкость спиновой системы, напротив, мала, и поэтому охлаждение при размагничивании здесь бывает совершенно ничтожным. Однако, при понижении температуры теплоемкость твердых тел быстро падает, а теплоемкость спиновой системы возрастает. Поэтому, начиная с температур, примерно, $1-1,5^\circ\text{K}$, процесс размагничивания изолированного парамагнетика начинает становиться уже эффективным способом понижения его температуры. И это оказывается весьма кстати, так как при таких низких температурах все другие известные способы охлаждения себя уже

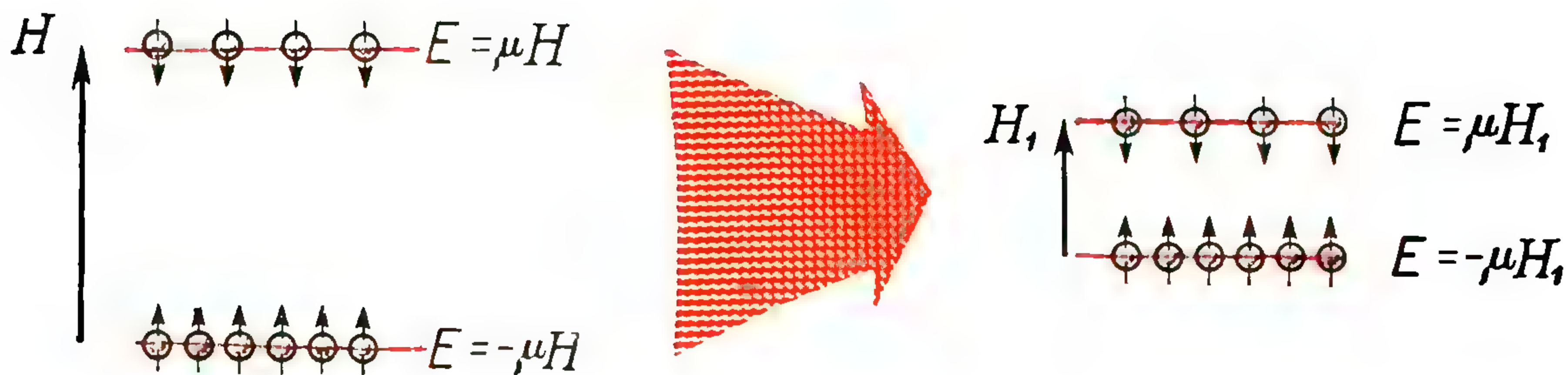


Рис. 10. Заселенность верхнего уровня после размагничивания не соответствует старой температуре θ . Поэтому такая система может забирать тепло и вызывать охлаждение

практически исчерпывают. Размагничивая же парамагнитные соли, удастся достичь температур всего на несколько тысячных градуса выше абсолютного нуля.

Дальнейшему понижению температуры препятствует, как мы говорили, наличие местных магнитных полей, т. е. в конечном итоге взаимодействие между спинами. Можно продвинуться еще ближе к абсолютному нулю, если провести процесс размагничивания не над системой электронных спинов, а над системой ядерных спинов.

Атомные ядра, так же, как и электроны, обладают определенным спином и связанным с ним магнитным моментом. Только величина ядерного магнитного момента примерно в тысячу раз меньше величины электронного магнитного момента. Это приводит к тому, что местные магнитные поля сильно уменьшаются. Правда, при этом также сильно уменьшается теплоемкость спиновой системы, и это уже менее приятно. Тем не менее, начиная примерно с температур около $0,01^\circ\text{K}$ процесс размагничивания ядерных спинов становится эффективным. А это, к счастью, еще такая температура, которая может быть получена размагничиванием электронных парамагнетиков.

Размагничивая ядра меди, заключенные внутри куска металла, удалось достичь температуры $0,00001^\circ\text{K}$. Это наивысшая температура, полученная на земле к настоящему времени. Что же происходит в веществе при таких низких температурах? И как вообще связаны свойства вещества с температурой?

ТЕМПЕРАТУРА И СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

Температура определяет интенсивность хаотического теплового движения. Если бы между отдельными молекулами или между отдельными спинами — мы теперь знаем, что

спиновые системы тоже описываются температурой, — или между другими возможными объектами, составляющими термодинамическую систему, не существовало никакого взаимодействия, то повышение или понижение их температуры приводило бы только к тому, что они становились бы горячее или холоднее. Все бесконечное разнообразие свойств, проявляемых различными телами при изменении их температуры, уступило бы место скучному количественному различию. Но, к счастью, этого не происходит. Взаимодействие между различными частицами материи никогда в точности не равно нулю, и мы сейчас увидим, к чему это приводит.

Начнем опять с рассмотрения более привычных нашему представлению молекулярных систем. Мы неоднократно упоминали ранее, что в газах, например, молекулы очень слабо связаны между собой, а в твердых телах они сильно взаимодействуют; теперь нам нужно будет вложить более точный смысл в эти утверждения.

Как и всегда в физике, сами по себе слова «сильно» или «слабо» оказываются практически бессодержательными, до сих пор пока не указано, по сравнению с чем «сильно» и по сравнению с чем «слабо». Нетрудно понять, что молекулы будут вести себя практически как невзаимодействующие, если энергия их взаимодействия друг с другом будет много меньше кинетической энергии их движения; и наоборот, взаимодействие между молекулами будет играть существенную роль, если его энергия будет больше кинетической энергии молекул.

Так как интенсивность теплового движения существенным образом зависит от температуры тел, то ясно также, что соотношение между энергией взаимодействия молекул и энергией их движения будет определяться

не только природой молекул, но и той температурой, при которой тело находится.

Взаимодействие между молекулами имеет обычно такой характер, что на сравнительно больших расстояниях молекулы притягиваются друг к другу и только при сильном сближении между ними начинают действовать силы отталкивания, приводящие к разлету молекул при столкновении.

При высоких температурах молекулы газа обладают большими кинетическими энергиями и существование сил притяжения между ними никак не сказывается; молекулы разлетаются при столкновении, как упругие шарики. По мере понижения температуры начинают все чаще и чаще встречаться случаи, когда кинетической энергии молекул оказывается недостаточно для преодоления сил притяжения, и после столкновения молекулы уже не разлетаются, а продолжают двигаться в «слипшемся» виде.

При дальнейшем понижении температуры такое «слипание» становится уже не исключением, а правилом: почти все молекулы в конце концов «слипаются», и газ переходит в жидкость. В жидкости молекулы большую часть времени проводят вблизи друг от друга, удерживаемые силами взаимного притяжения; их движение при этом носит колебательный характер. Однако такие связанные группы еще не устойчивы: кинетическая энергия в среднем еще не мала по сравнению с энергией притяжения, и молекулы имеют возможность время от времени переходить на небольшие расстояния из одних мест в другие, меняя своих соседей. Но с понижением температуры для молекул становится все труднее и труднее совершать такие переходы и когда молекулы окончательно привязываются друг к другу, образуя кристаллическую решетку, жидкость затвердевает.

Ясно, что чем меньше взаимодействие между молекулами, тем более нужно понижать температуру, чтобы заставить эти молекулы образовать упорядоченную кристаллическую решетку. Может показаться, что по мере приближения к абсолютному нулю рано или поздно все вещества должны переходить в твердое состояние. В самом деле, из распределения Гиббса следует, что при температурах вблизи абсолютного нуля каждая молекулярная система должна находиться в состоянии с наименьшей возможной энергией (им, но обычным представлениям, является состояние покоя), когда кинетическая

энергия движения молекулы равна просто нулю. Поэтому, как бы мало ни было взаимодействие между молекулами, может показаться, что его будет рано или поздно достаточно, чтобы удержать молекулы друг возле друга.

Но это рассуждение, тем не менее, не совсем точно в том пункте, где оно опирается на наше обычное представление о движении. Квантовая механика учит, что микроскопические частицы не могут находиться без движения: подобно пылинкам в солнечном луче, они совершают хаотические движения около того места, где они находятся, и энергия этого движения уже не может быть уменьшена никакими силами. И если взаимодействие между молекулами не в силах противодействовать этим, как их называют, нулевым колебаниям, то тело остается жидким, как бы низка ни была его температура. И, самое замечательное, что в природе и вправду существует такое вещество, которое никогда не затвердевает: это вещество — инертный газ гелий.

Жидкий гелий, находящийся при атмосферном давлении, остается жидким, как бы низка ни была его температура. Это означает, как мы уже говорили, что силы сцепления между его атомами очень слабы и не в состоянии удержать атомы друг возле друга.

Однако, хотя понижение температуры жидкого гелия и не приводит к образованию упорядоченной кристаллической структуры, оно обуславливает все-таки его переход в новое состояние, которое, оставаясь жидким, является тем не менее в каком-то смысле более упорядоченным, чем состояние обычной жидкости. Это новое состояние, которое возникает в гелии при температуре ниже $2,19^{\circ}\text{K}$, называется сверхтекучим состоянием потому, что жидкий гелий, находящийся при таких температурах, обладает одним замечательным свойством — сверхтекучестью, т. е. способностью протекать без трения через самые узкие щели. Подчеркнем, что речь идет не о том, что величина трения сверхтекучего гелия о стенки мала; нет, трение полностью отсутствует, оно в точности равно нулю.

Явление, аналогичное сверхтекучести, возникает также в некоторых металлах и заключается здесь в том, что электрическое сопротивление таких металлов при достаточно низких температурах становится в точности равным нулю. Металл становится сверхпроводящим.

В заключение скажем несколько слов о том, как меняются свойства спиновых систем при изменении температуры.

Как и в случае молекулярных систем, при понижении температуры здесь становится все более существенным взаимодействие между спинами. И это приводит к тому, что рано или поздно — у одних парамагнитных веществ рано, у других поздно — происходит своеобразная «кристаллизация» внутри спиновой системы: спины перестают произвольным образом перескакивать с одних уровней на другие независимо один от другого; они «выстраиваются» все в одном направлении, и переворот одного спина с необходимостью влечет за собой переворот каких-то других спинов.

Те вещества, у которых магнитные моменты «выстраиваются» параллельно друг другу, становятся ферромагнитными. В тех же случаях, когда магнитные моменты каждых двух соседних спинов оказываются антипараллельными, говорят об антиферромагнитном веществе¹.

Итак, видимое нам многообразие свойств

¹ См. «Природа» 1963, № 2, стр. 33.

вещества определяется игрой двух сил: взаимодействием между частицами, из которых вещество построено, и интенсивностью их хаотического движения, т. е. температурой. Мы кратко рассказали, как изменяются свойства некоторых объектов, двигаясь, в основном, вниз по шкале температур. Но не менее интересные явления возникают и при высоких температурах: когда энергия теплового движения становится сравнимой с энергией связи между атомами в молекулах, молекулы распадаются на отдельные атомы; при дальнейшем нагревании от атомов отрываются электроны, и в конце концов мы получаем плазму — совокупность «голых» ядер и «гуляющих» отдельно от них электронов; при дальнейшем повышении температуры начинают «испаряться» атомные ядра — возникают термоядерные реакции.

Ну, а дальше что? Ответа на этот вопрос пока нет. Ясно лишь одно: шкала температур простирается практически безгранично как вниз, так и вверх, и на этой шкале еще лежит много различных явлений, которые предстоит найти.

КОРОТКО О КНИГАХ

К. А. Любарский ОЧЕРКИ ПО АСТРОБИОЛОГИИ

Изд-во АН СССР, 1962, 120 стр.,
ц. 46 коп.

Рождение астробиологии связано с новейшим временем, когда обитаемость других миров стала рассматриваться как естественно-научная проблема. Существует два определения астробиологии. Х. Страгхолд считает, что это «экология, распространенная на планеты» (стр. 8).

Советский ученый Г. А. Тихов относит к предмету этой науки изучение оптимистических свойств «земных растений для понимания растительных явлений на планете Марс, для суждения о том, при каких крайних физических условиях могут еще существовать земноподобные растения» (стр. 8). Этим определениям автор очерков противопоставляет свое, в котором дает более широкое понимание задач астробиологии. «Правильнее будет определить, — пишет он, — астробиологию как

науку об эволюции и физиолого-морфологических характеристиках организмов и их комплексов в условиях, отличных от земных» (стр. 8).

В пределах солнечной системы, помимо Земли, по мнению автора, обитаемым может быть только Марс. Он приводит доказательства существования жизни на Марсе, обсуждает проблемы эволюции организмов в связи с особенностями развития этой планеты и устанавливает вероятную форму растений, приспособленных к суровым условиям, господствующим на Марсе.

Большое внимание уделено разбору доводов, которые в последнее время приводились акад. В. Г. Фесенковым и другими, против возможности жизни на Марсе. Интересны соображения автора о том, что современный рельеф Марса есть результат разрушительной деятельности воды, которая затем была почти полностью уничтожена растениями в процессе фотосинтеза: на Земле геохимический цикл фотолитизации воды замкнут, кислород, выделяе-

мый растениями, почти полностью поглощается животными организмами, причем в процессе дыхания вновь образуется вода. На Марсе, по-видимому, существовал разомкнутый геохимический цикл кислорода, в результате чего происходило своеобразное «перекачивание» кислорода при помощи растений из гидросферы в литосферу планеты.

«Марсианские организмы, — заключает К. А. Любарский, — должны принадлежать к типу эфемеридов, онтогенез которых происходит по этапам в течение нескольких сезонов, ассимиляция идет лишь короткое время, а остальное время они находятся в состоянии анабиоза. Это означает, что в отличие от земной растительности, в значительной степени отмирающей зимой целиком, организмы Марса полностью сохраняются» (стр. 91).

К книге приложен список литературы (122 названия) и краткий словарь терминов, встречающихся в тексте.

С. Г. Х л а в н а
Москва

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАКРОСИСТЕМЫ

Профессор Н. П. Наумов

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Современная биология, используя успехи физико-математических и химических наук, все глубже проникает в сущность жизненных процессов. Но «изживают» ли себя «старые» науки — анатомия, биогеография, экология, систематика? Нет. Методы физики и химии, которые они берут себе на «вооружение», обогащают их, вливают в них новое содержание, возрастает их роль в практике. Убедительное подтверждение этому — изучение биологических макросистем.

НОВЫЕ И «СТАРЫЕ» НАУКИ

Физики, математики, химики раскрыли многие тайны строения вещества: необычайно расширились возможности познания природных явлений. Их успехи революционизировали все отрасли естественных наук. Не удивительно, что это прежде всего сказалось на развитии биологии, выходящей на передний край естественных наук. Необычайно возрос интерес к проблемам биологии, появилась реальная возможность изучения физики и химии живого. Возникли и прочно укрепились биохимия, биофизика, бионика. Биология вооружается мощными средствами исследования, смело берется за разведку сущности явлений жизни. Биологические системы во многих случаях оказались более совершенными и экономными по сравнению с техническими устройствами. Возникла проблема моделирования этих систем.

Вместе с тем, появилось опасение, что проникание идей и методов смежных наук в биологию создает угрозу сведения сущности жизни к простым физико-химическим явлениям, что может привести к утере представлений о специфике жизни, как особой формы движения материи. Думается, что произойдет обратное. Изучение элементарных физико-химических явлений в живых системах позволяет со всей полнотой и глубиной выявить суть, особенность живого и показать его специфику.

В наше время все больше внимания уделяется изучению тех элементарных явлений

в клетках и клеточных системах, которые обеспечивают интимнейшие жизненные процессы, прежде всего — биосинтез белков, нуклеиновых кислот и других физиологически важных соединений. Исследования биологических микросистем и их действия ведут к пониманию механизмов фотосинтеза, объяснению явлений изменчивости, наследственности и создают возможность управления ими, к разгадке секрета злокачественного роста и т. д. Трудно переоценить теоретическое и практическое значение открытий в этой области. Следуя акад. Н. Н. Семёнову, можно считать их фундаментальными проблемами современной биологии.

Однако горячие, особенно молодые головы видят все главное содержание биологии в этих проблемах. Выдвигая на передний край естествознания эти проблемы, не правомерно отбрасывать, считать «изживающими» такие области биологической науки, как анатомия или морфология вообще, систематика, биогеография, экология и другие. Нельзя делить биологические науки на «гвардейские» и «армейские». Разумеется, многие задачи указанных наук решены или близки к решению. Но вряд ли можно говорить об исчерпавших себя науках. Многие старые проблемы постоянно изменяют свое содержание и приобретают новое значение. Напомним традиционную и всегда острую проблему эволюции, вначале трактовавшуюся преимущественно как развитие форм, затем функций, а сейчас и биохимических микросистем. Лишь теперь она начинает звучать, как учение об эволюции органических сис-

тем и их всесторонних связях со средой.

Обогащается содержание систематики, широко использующей не только морфологические, физиологические и экологические, но также биохимические, биофизические и генетические критерии. Экология и биогеография, в контакте с геологией и географией, превращаются в науки о месте и роли органического мира в развитии биосферы и начинают служить подлинно научной основой рационального использования и обогащения естественных ресурсов живой природы. Развитие сопредельных с биологией отраслей знания не только породило новые ее разделы, но и влило иное, более богатое содержание в давно существующие биологические науки.

ТРИ СТУПЕНИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Прежде всего это касается тех наук, которые заняты изучением так называемых биологических макросистем. Под последними можно понимать биологические совокупности, составными частями которых являются и н д и в и д ы (особи, организмы). Такие системы представляют собой высшую, третью, ступень или уровень организации органического мира, считая клеточный, или молекулярный, уровень первой, а организменный уровень — второй ступенью. Первый уровень изучается биохимиками, биофизиками и цитологами; второй — морфологами, физиологами, эмбриологами и генетиками; третий — систематиками-фаунистами, флористами, экологами и биогеографами.

Такое разделение «обязанностей» между биологическими науками, разумеется, условно и лишь приближенно верно. Так, физиология и генетика, изучающие организм как целостное образование, с одной стороны, находят основу в исследуемых биохимиками и биофизиками элементарных явлениях



Глинистая пустыня в Приаралье

в клетках, а с другой — эти науки не могут не замечать качественно новых явлений, которые возникают в образующихся группах индивидуумов — семьях, стаях, стадах, колониях и популяциях. В результате появляются такие разделы этих отраслей знания, как популяционная физиология, популяционная генетика. То же можно сказать о морфологии и эмбриологии.

Три уровня организации отражают разные стороны и формы взаимодействия органического мира и неживой природы. Они, разумеется, возникали, слагались и развивались синхронно, в обязательной связи друг с другом, представляя собой разные звенья и узлы в едином механизме биологического круговорота веществ. С этой точки зрения эволюция органического мира отражает и выражает развитие и усложнение биологического круговорота веществ в биосфере — самого значительного, как показал В. И. Вернадский, события, за последние два —



«Колония» больших песчанок в глинистой пустыне

три миллиарда лет изменившего облик нашей планеты¹.

Все детали строения и функций индивидуумов разных видов, особенности их взаимоотношений, внутривидовая структура и, наконец, связи и приспособления друг к другу разных видов можно рассматривать как приспособления, обеспечивающие общий и единый круговорот веществ в биосфере. При этом определенная часть особенностей строения, функций и поведения индивидуумов обеспечивает обязательные связи, объединяющие отдельных особей в особую макросистему — вид с присущей ему внутренней организацией. Эти взаимные приспособления особей одного вида С. А. Северцов² назвал «конгруэнциями». Другие особенности строения и физиологии (коадаптации)³ связывают особей разных видов в еще более сложную макросистему — сообщество или биоценоз.

В. И. Вернадский, а затем А. И. Опарин⁴

¹ В. И. Вернадский. Биосфера, 1926.

² С. А. Северцов. Проблемы экологии животных, 1951.

³ Коадаптации — взаимные приспособления живущих вместе видов (например, приспособления хищника к добыванию пищи, а добычи к защите от врагов и т. п.).

⁴ А. И. Опарин. Возникновение жизни на Земле, 1957.

показали, что жизнь могла возникнуть, существовать и развиваться только как совокупность качественно разнородных организмов, обязательно связанных между собой нищевыми отношениями, т. е. как биологический круговорот веществ, звенья которого представлены видами с разными потребностями и взаимно координированным метаболизмом. Иными словами, индивидуумы могли исторически приобретать определенный облик только как части какого-нибудь

вида, а виды — только как части сообщества. И спор о том, что первично — особь, вид или сообщество — беспредметен.

ВИДЫ, СООБЩЕСТВА, ПОПУЛЯЦИИ

Взгляд на виды и сообщества, как на биологические макросистемы, обеспечивающие круговорот веществ в отдельных точках земной поверхности и в биосфере в целом, создает прочную основу для их изучения и регулирования в меру наших потребностей. В экологии это направление называют «энергетическим» и оно уже получило широкое признание.

Необходимость сосуществования видов с противоположно направленным метаболизмом вытекает из одностороннего использования каждым видом среды, истощения и загрязнения ее своими метаболитами. Известная устойчивость биосферы обеспечивается лишь противоположно направленной деятельностью других видов, использующих продукты метаболизма первого. Поэтому понять биологическую сущность вида и его планетарное значение, равно как значение особенностей структуры и динамики биоценозов, можно лишь выявив их биогеохимическую роль и положение в цепи круговорота вещества. Это биогеохимическое направление, начатое классическими исследованиями В. И. Вернадского, еще не получило

необходимого развития, хотя практическое значение этих работ, связанных с рациональным использованием и охраной природных богатств, становится все более ощутимым.

Биологи еще не вполне готовы к решению таких огромных по масштабам практических задач. Тормозит недостаток знаний экологии, структуры и динамики популяций многих, даже экономически важных видов. То же справедливо и в отношении биоценозов, в большинстве случаев характеризованных поверхностно, не всегда с применением даже упрощенных статистических методов.

Старая, как сама биология, проблема вида в свете сказанного приобретает новое содержание. Вид все чаще рассматривается не только как система географических форм (подвидов), но и как сложная, почти всегда полиморфная экологическая система взаимосвязанных группировок. Главное внимание обращено на вид как на пространственную систему соподчиненных популяций. Мы уже знаем, что такая система и е р а р х и ч н а в том смысле, что мелкие популяции объединяются в более крупные, составляя их части. Крупные мы в свое время предложили называть «географическими популяциями», так как они занимают большие территории — географические районы или регионы¹. Эти популяции относительно автономны и обмениваются особями редко, как правило, только периодически, при подъемах численности. Примером могут служить популяции больших песчанок, заселяющих северные Кызылкумы, Приаральские Каракумы или столово-останцевый район северного Приаралья. Значительные подъемы и сокращения численности песчанок в каждой

¹ См. Н. П. Наумов. Экология животных, 1955.



Выводок филина (гнездо) в лёссовом обрыве

из таких популяций происходят в разные сроки.

Самостоятельность мелких популяций меньшая, а теснота их связей большая, т. е. их существование в большей степени зависит друг от друга. Лишь часть из них существует постоянно, тогда как другие возникают при благоприятной обстановке за счет расселения из мест постоянного обитания, а при неблагоприятной ситуации обычно исчезают. С этим связано не только непрерывное изменение, пульсация границ ареалов многих видов, но и широта расселения вида внутри ареала. Наблюдения за пустынными грызунами, преимущественно большими песчанками, показали, что устойчивость их численности находится в прямой зависимости от степени дифференциации поселений. Чем больше число и разнообразнее состав мелких популяций, тем стабильнее численность крупных поселений данного вида.

Широко использованное нами мечение песчанок разными способами, в том числе и радиоактивными изотопами, позволило проследить те элементарные явления размножения, роста, передвижений и гибели зверьков, из которых складывается динамика их численности. Степень ее стабильности и уровень связаны с относительной самостоятельностью мелких групп зверьков — эко-

логических и элементарных популяций. Их устойчивость в природе обеспечивается двумя способами. В более редких случаях высокая стабильная численность достигается постоянным пополнением пришельцами, так как занимаемая популяцией территория расположена на кочевых путях зверьков. Многие из этих путей в природе весьма постоянны. Подобные стабильные популяции часто оказываются очагами чумы, так как там обеспечена непрерывная передача и размножение чумных бактерий.

В других случаях, обычно в островных поселениях зверьков, станции переживания (места зимовок песчанок) окружены лишь временно (в теплое время года) пригодными для обитания участками. Туда после первого размножения выселяются взрослые, оставляя на месте свои подрастающие выводки. Во временных местах обитания взрослые приносят еще один-два, а иногда и три выводка. К осени молодые песчанки частично остаются на тех местах, где родились, и зимуют там (обычно мало успешно), в большей же части вселяются на места постоянного обитания их родителей, чем и поддерживается устойчиво высокая численность зверьков в станциях переживания. Интересно напомнить, что подобное же кочевое размножение, но пространственно в гораздо больших масштабах, свойственно пустынным саранчовым и особенно пшотоцерке.

В третьих случаях, когда ландшафт однотипен, однообразен, элементарные популяции немногочисленны и каждая из них занимает большую площадь. При неблагоприятных условиях численность зверьков в таких поселениях сокращается сразу на больших территориях; восстанавливается же она с трудом и долго. Поэтому географические популяции в таких ландшафтах отличаются неустойчивостью. Хорошим примером этого рода могут служить поселения песчанок на Северном Устьюрте и в ячеистых песках центральных Кызылкумов, иногда почти нацело вымирающие, а затем заново восстанавливающиеся.

Таким образом, даже элементарные популяции, насчитывающие иногда всего несколько десятков или сотен зверьков, живут в известной мере самостоятельной жизнью. Характер динамики крупных — экологических и географических — популяций зависит от взаимодействия входящих в их состав мелких популяций даже в большей степени, чем от внешних факторов. Это за-

ставляет рассматривать динамику численности не только как итог размножения и гибели животных, но и как следствие их перемещений и перераспределения. Иными словами, динамика численности — это явление, развертывающееся не только во времени, но и в пространстве. При прогнозах ожидаемых изменений, особенно долгосрочных, необходимо учитывать и эту сторону, что обычно не делается.

Важно, следовательно, наблюдать за накоплением численности в одних популяциях, предвидеть выселение зверьков на незанятые территории, становление и развитие там новых популяций, а затем предугадать накопление условий, подготавливающих снижение численности и сокращение числа популяций. Только это приближает нас к возможности количественных прогнозов, однако пока мы еще далеки от этого.

Попытки математического моделирования динамики популяций, начатые в первые десятилетия нашего века, были и остаются пока относительно мало удачными. Это объяснялось не только тем, что в неизбежно упрощенной модели имелась обычно одна переменная (запасы пищи, число врагов или др.) при прочих постоянных (размножение, развитие, подвижность и т. п.), но не принималась во внимание и пространственная структура видов, представляющих совокупность относительно самостоятельных, но обязательно связанных друг с другом популяций, обменивающихся своим населением и тем взаимно поддерживающих друг друга. Полноценная математическая модель вида обязательно должна быть пространственной, где для отдельных популяций необходимо определить параметры, характеризующие их размножение, гибель и подвижность особей, а следовательно — и обмен между популяциями.

В то же время известно, что любой вид — это не только более или менее сложная пространственная система. Каждая популяция полиморфна, так как состоит из функционально- и экологически неоднородных групп — самцов и самок, молодых, взрослых и старых, отличающихся по жизнеспособности поколений и, наконец, из разных биологических рас или форм. Расширяя использование среды, устраняя или ослабляя внутривидовую конкуренцию, такой полиморфизм биологически полезен и способствует укреплению целостности вида. Но разное физиологическое состояние отдельных групп,

их приспособление к неодинаковой пище, образование отличающихся размножением яровых и озимых рас, открывает путь к нарушению целостности вида, к дивергенции, т. е. к расхождению его признаков при дальнейшем развитии и возникновении новых видов, если этому способствует среда. Наравне с географической дифференциацией, такой «симпатрический» (происходящий на одном и том же месте) способ возникновения новых форм, видимо, имеет немаловажное значение.

Наконец, каждая популяция обладает известной организацией. Она состоит из одиночек, или из семей, стай, колоний и группировок иного типа. С такой организацией связаны образ жизни и способ использования и защиты занятой территории. Величина и состав таких групп меняются. Во главе их становятся особи, в какой-то мере обладающие определенными преимуществами (силой, активностью). Возникает внутрипопуляционная иерархия.

Значение такой микроструктуры популяции для ее динамики, как показали работы проф. К. Петрусевича и его сотрудников (Польша), огромно¹. Оказалось, что длительно сохраняющаяся иерархия приводит к затуханию размножения, а перекомбинация особей в группах, наоборот, сопровождается его усилением. Это заставляет по-новому оценивать факты поразительной подвижности животных, которая становится все более очевидной по мере развития работ по мечению животных. Эта подвижность не только обеспечивает, как мы видели, межпопуляционные связи и в этом смысле служит основным средством, гарантирующим целостность вида, она одновременно связывает отдельных особей в популяцию и перемещивает их, т. е. постоянно создает и обновляет ее структуру. Разгадку многих особенностей динамики численности популяций, видимо, можно найти, изучая динамику их микроструктуры. Вряд ли можно правильно прогнозировать численность животных без учета этих факторов. Подвижность животных в популяции важна и еще с одной стороны. Специальные внутривидовые приспособления обеспечивают расселение, захват и



Степная черепаха на колонии большой песчанки

использование территории, т. е. представляют собой средства борьбы за нее с другими видами, прежде всего — с конкурентами. Об исключительной важности такой борьбы говорит и постоянно идущий в природе отбор на максимально эффективное размножение, так убедительно показанный Д. Лэком¹ у птиц. Борьба между конкурентами идет за пищу и пространство, т. е. за занятие экологической ниши — определенного положения популяции (вида) в цепи питания, или, иными словами, за место в круговороте веществ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ВИДА

Сказанное позволяет представить себе вид, как открытую энергетическую систему, мощность которой зависит

¹ См. К. Petrusiewicz. Investigation of experimentally induced population growth. *Ekologia Polska*, ser. A, v. 9, 1957, К. Petrusiewicz. Experimentally induced growth of confined mice population. «Proceed. XV Intern. Congress of Zoology». London, 1959.

¹ См. Д. Лэк. Численность животных и ее регуляция в природе, 1957.

от ее структуры, а существование — от обеспечения определенными веществами, энергией и условиями обмена (того и другого) между организмами и средой. Внутривидовая структура с этой точки зрения есть средство обеспечения непрерывности этого обмена. Поэтому она главным образом определяется положением вида в цепи питания или его экологической нишей в биоценозе. Естественно, что отношения с другими видами играют выдающуюся, и, как правило, решающую роль в жизни почти всех видов. Подчеркиваемая многими исследователями действительно огромная роль физико-химических и особенно метеорологических факторов все же имеет несомненно подчиненное значение.

Энергетическая концепция вида поможет выяснить сущность многих количественных зависимостей между популяциями разных видов и между популяцией и неорганической средой. Но она требует более глубоких знаний энергетики биологических явлений. Широкое развитие биоэнергетических исследований в биохимии, биофизике, экологической физиологии и в других областях, а также разработка энергетических концепций видов и биоценозов в гидробиологии и сухопутной экологии показывают, что эта задача уже назрела. Вполне очевидно, что конструировать искусственные замкнутые или полузамкнутые системы из взаимосвязанных видов невозможно без углубленного изучения энергетики каждого. А создание таких систем — это насущная практическая задача сегодняшнего дня в рыбозаводстве, в космической биологии и многих других областях. В этой связи необходимо усиленно разрабатывать и уточнять представления о показателях трофических (пищевых) уровней разных видов — основу современной энергетической биоценологии.

Значимость изучения энергетики биологических макросистем огромна. Может быть, не так уже далеко то время, когда по крайней мере у наиболее важных видов мы сможем рассчитать общую энергетику, обеспечив более точное прогнозирование изменений массы популяции. Математическая интерпретация энергетики вида и создание его энергетической модели может оказаться более простым, нежели моделирование динамики численности, потому что параметры энергетических явлений могут быть получены легче и с большей точностью, чем учет численности.

ЕДИНСТВО ОРГАНИЗМОВ И СРЕДЫ. БИОЦЕНОЗЫ

Детальное изучение внутривидовой структуры у каждого вида, биологического значения внутривидовых форм и, наконец, его динамики в зависимости от внутрипопуляционных и внешних факторов необходимо для того, чтобы обеспечить применение точного счета и меры при оценке взаимодействия популяции со средой. Количественная характеристика этих явлений необходима не только при решении практических задач регулирования численности видов, но и для разработки теоретических проблем биологии и прежде всего эволюционной теории.

Сообщества разных видов (биоценозы) представляют собой макросистемы высшего ранга. Везде они построены по единому плану, представляя в своей основе пищевые цепи, звенья которых состоят из автотрофных и гетеротрофных организмов¹.

В сообществах единство организмов и среды получает свое завершение. Особенно отчетливой становится активная роль органического мира в этом единстве. С момента возникновения жизни на Земле и до появления человеческого общества биоценозы были, а в значительной мере и остаются основными трансформаторами верхних оболочек земного шара — биосферы. Акад. А. И. Опарин достаточно убедительно показал, что жизнь возникала и утверждалась на Земле сразу, как совокупность качественно разнородных живых существ, т. е. как их сообщество.

В структуре живого покрова планеты можно найти много внешних аналогий со структурой видов. Это неудивительно, так как та и другая слагались прежде всего как механизмы, обеспечивающие круговорот веществ. В частности, в организации сообщества можно проследить ту же соподчиненность частей, когда крупные объединения распадаются на более мелкие, а территориальные сообщества (биоценозы) имеют сложную структуру — ярусность и другие мелкие группировки, представляющие лишь малосамостоятельные части целого. Более самостоятельны территориальные группировки — биоценозы, но и они многими

¹ Автотрофные организмы — питающиеся веществами из окружающей их неорганической среды; гетеротрофные — органическими веществами.

путями и способами связаны между собой, подобно популяциям одного вида. Вся биосфера живет поэтому как единое целое.

Сложная иерархия и связи сообществ лучше всего выражают целостность живого покрова земли. Только вольная фантазия может представить биоценозы как отдельные «сверхорганизмы», подгоняя их строение под схему строения и функционирования организма. Этим упрощается действительность и игнорируется специфика сообществ, как особой формы организации жизни на Земле. Справедливо лишь, что организм, популяция, биоценоз — биологические системы и как всякие системы обладают способностями к саморегуляции.

Математическая трактовка и моделирование динамики численности или энергетики отдельных видов — это часть проблемы моделирования сообществ, к которым в ряде случаев успешно прилагаются кибернетические схемы и теория информации. От развития этого направления следует ждать несомненную пользу. При усиливающемся воздействии человека на природу неправильно рассчитанный шаг может причинить большой, а иногда и непоправимый ущерб. Нам необходимо точно мерить и считать, когда мы имеем дело со сложной живой природой.

Лучшая форма охраны природы — рациональное использование и обогащение природных ресурсов. Усиливая или ослабляя эксплуатацию, вводя новые виды в фауну и флору, ограничивая численность или вытесняя вредителей, мы должны предвидеть не только непосредственный эффект, но и отдаленные последствия; не только общие тенденции изменений, но и их количественный итог. По опыту промыслового хозяйства известно, что не всегда удачна бывает практика акклиматизации новых видов; нерасчетливое истребление вредителей сильно действующими средствами нередко сопровождается разрушительными явлениями как, например, неожиданные массовые размножения вредных видов¹. Без глубокого знания структуры и жизни видов и биоценозов нельзя не только предупредить, но даже и предвидеть подобные явления.

¹ См. Ч. Элтон. Экология нашествий животных и растений, 1960.



Саксаул, поврежденный большой песчанкой

* * *

Биологические науки, изучающие макросистемы, которые по старинке иногда называют «зоологией» и «ботаникой», получили теперь огромное значение и играют важную роль в решении многих практических задач. Без этих наук не могут обойтись ни медицина, ни сельское, ни промысловое хозяйство. Сохраняя многие старые методы, необходимые и важные в настоящее время, эти науки энергично вооружаются новыми средствами исследования и, естественно, наполняются новым содержанием. Эти науки отнюдь не плетутся «в обозе» биологии. Они выступают в ее первых рядах, обогащая теорию и практику, внося достойный вклад в осуществление заданий великой программы построения коммунизма в нашей стране.

НОВЫЕ ПУТИ СИНТЕЗА КАУЧУКОВ

Член-корреспондент АН СССР Б. А. Долгоплюс
Москва

Первое крупное промышленное производство синтетического каучука стало возможным благодаря замечательным работам акад. С. В. Лебедева, избравшего бутадиен в качестве исходного мономера и разработавшего простой доступный метод его синтеза.

Способ С. В. Лебедева был впервые реализован в промышленном масштабе в нашей стране в 1932 г. Дальнейшее бурное развитие исследований в этой области привело к созданию во многих странах крупной промышленности, вырабатывающей разнообразные синтетические каучуки общего и специального назначения. Производство синтетических каучуков теперь значительно превосходит добычу натурального каучука.

Впервые синтетический каучук появился как заменитель натурального, значительно уступая ему по комплексу свойств. В дальнейшем усилия химиков были в основном направлены на синтез новых видов каучуков, способных полностью заменить натуральный высокоэластичный материал, данный нам природой. Конечным результатом этих усилий явился синтез каучука, аналогичного по структуре и свойствам натуральному, осуществленный в нашей стране и за границей. Однако уже сейчас ясно, что копирование природы не единственный и даже не наиболее перспективный путь для создания высокоэластичных материалов, необходимых резиновой промышленности.

Синтез каучуков специального назначения, пригодных для изготовления резин, стойких к высоким температурам и агрессивным средам, не набухающих в бензинах и маслах, сохраняющих эластичность при

низких температурах, стойких к радиации и т. д., — это особая область, ставящая перед исследователями разнообразные и сложные задачи. Развивается она в последние годы особенно бурно в связи с ее большим значением для современной техники. В данном случае природа не дала нам образцов, по типу которых химики могли бы строить молекулу каучука.

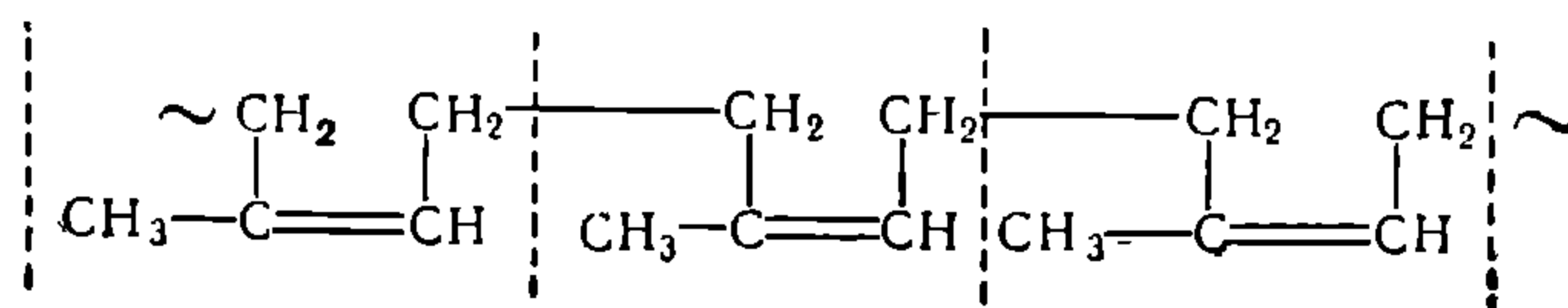
ВЫСОКОЭЛАСТИЧНЫЕ КАУЧУКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

По своей замечательной способности к очень большим деформациям под действием небольшой нагрузки и быстрому самопроизвольному возвращению в исходное состояние после снятия нагрузки, каучук как материал для конструкции не имеет себе равных. Некоторая, очень малая часть механической энергии, затрачиваемой на деформацию резин, расходуется на внутреннее трение, превращаясь в тепло. Эти механические потери тем меньше, чем эластичнее каучук. Высокая эластичность — наиболее существенная особенность каучука как конструкционного материала — должна сочетаться с достаточной прочностью и с высокой износостойкостью.

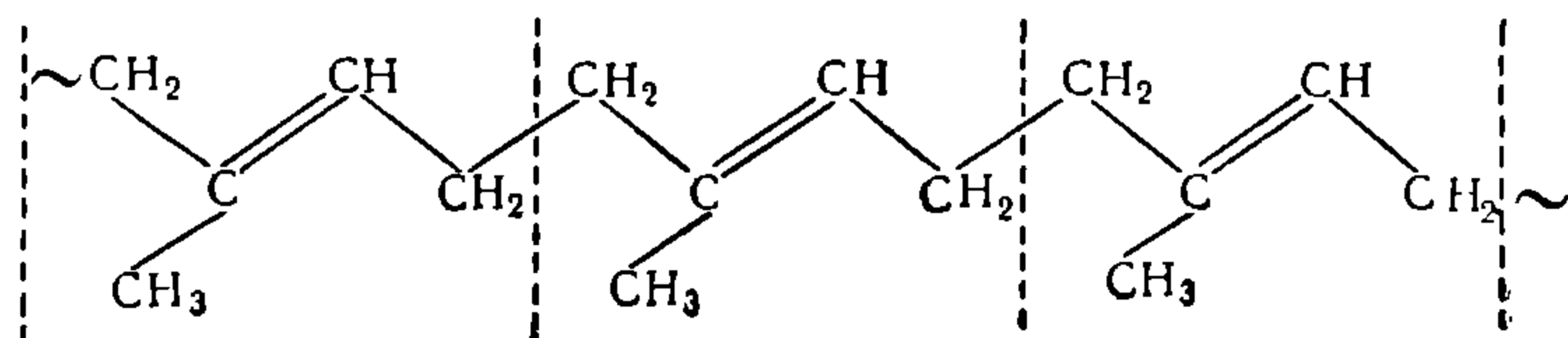
При охлаждении до предельной температуры, характерной для каждого данного каучука, сильно ограничиваются тепловые движения сегментов (частей) полимерной цепи, и эластичный каучук становится твердым, хрупким, как стекло. Это так называемая температура стеклования. Одно из важнейших требований к каучукам общего назначения — сохранение эластических и других свойств в достаточно широком температурном интервале (от -50 до $+100^{\circ}\text{C}$).

С тех пор как было установлено строение молекулы натурального каучука, химики различными путями стремились синтезировать подобные материалы. Молекулы натурального каучука представляют собой длинную полимерную цепь, построенную из многих тысяч изопреновых звеньев. Каждое такое звено в свою очередь состоит из пяти атомов углерода (четыре из них расположены в основной цепи) и восьми атомов водорода. Молекула изопрена — это как бы исходный кирпич, из которого строятся полимерные цепи натурального каучука и гуттаперчи.

Натуральный каучук и гуттаперча различаются между собой по пространственному расположению атомов в каждом изопреновом звене. В первом случае группы CH_2 в каждом звене находятся как бы по одну сторону от двойной связи (цис-структура звена), во втором случае те же группы расположены в разные стороны от двойной связи (транс-структура звена):



Натуральный каучук (цис-полиизопрен)

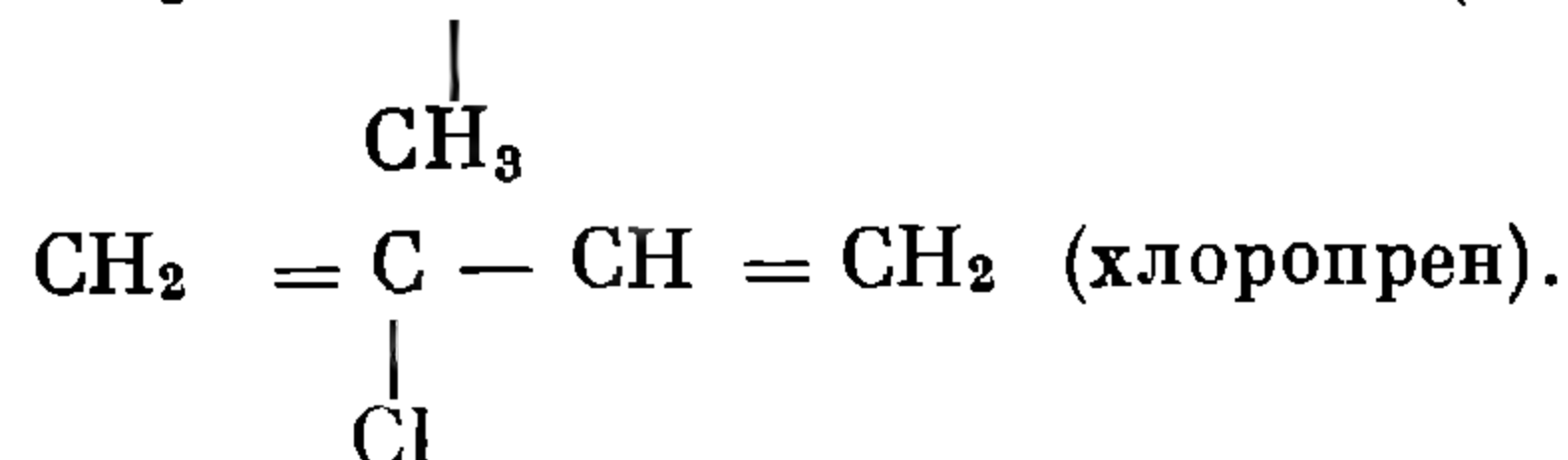
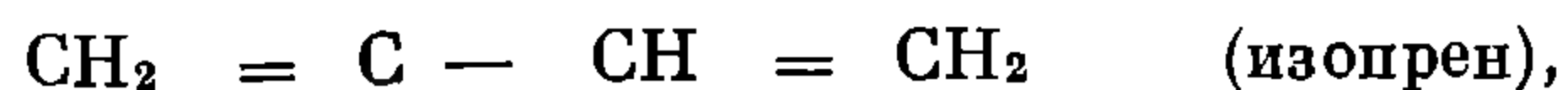


Гуттаперча (транс-полиизопрен)

Этими особенностями микроструктуры цепи и определяются различия в комплексе свойств натурального каучука и гуттаперчи. Тот и другой материал характеризуются высокой однородностью структуры всей полимерной цепи (в натуральном каучуке почти все звенья имеют цис-строение, а в гуттаперче — транс-строение).

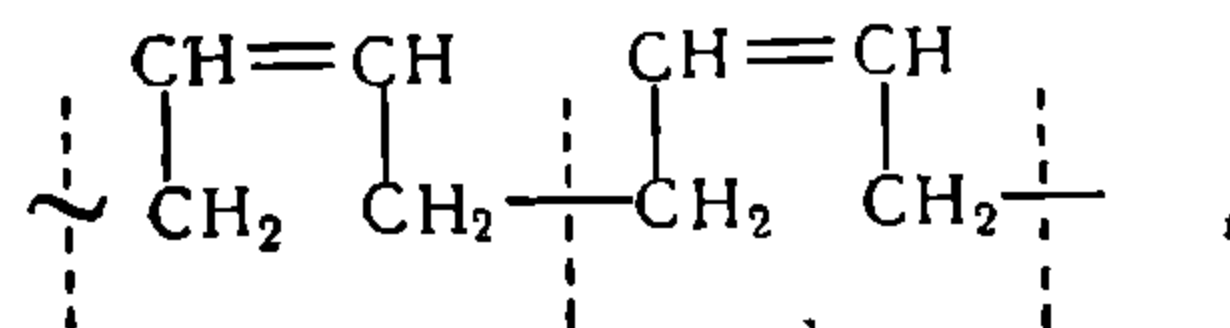
Однородность построения всей цепи имеет исключительно важное значение для получения оптимальных механических свойств каучука. Так, в ненаполненных (бессажевых) резинах из натурального каучука переход около 20% цис-звеньев в транс-

звенья вызывает резкое падение прочности. Аналогичный эффект наблюдается, когда однородность структуры цепи в гуттаперче нарушается за счет возникновения в ней около 5% цис-звеньев. Стремясь приблизиться к структуре натурального каучука, химики выбрали в качестве исходных мономеров различные диены¹, из которых наибольшее применение получили три:



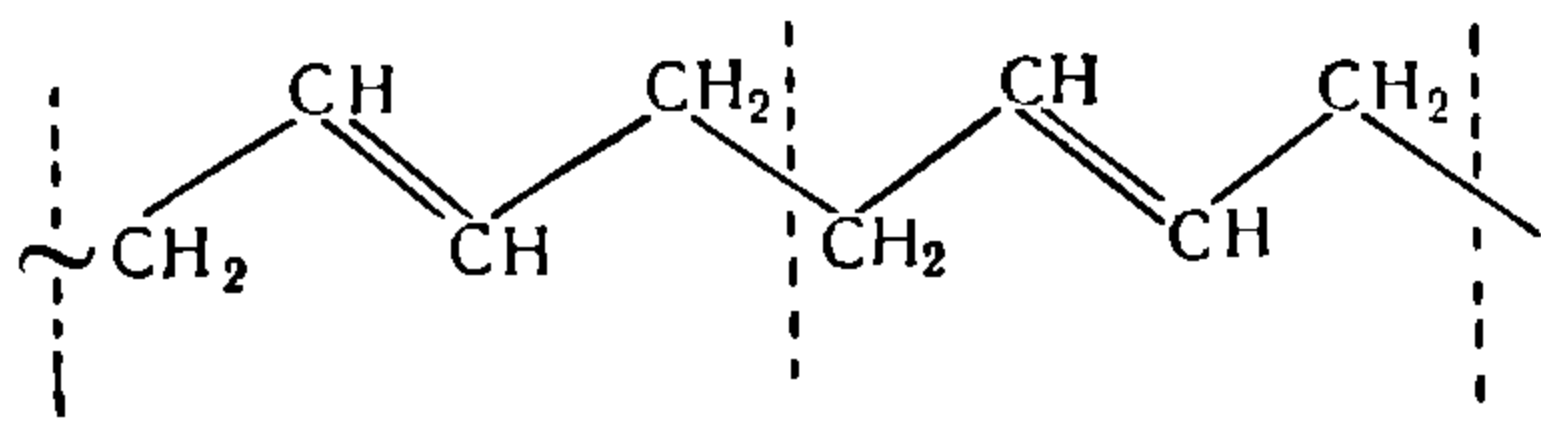
Промышленные методы синтеза бутадиена и изопрена основаны на использовании продуктов переработки нефти, а хлоропрена — на основе ацетиленов. Наиболее сложные вопросы возникли при осуществлении процесса синтеза полимерных молекул из мономеров — процесса полимеризации. При осуществлении его обычным путем, например по цепному радикальному механизму, исходные мономерные звенья располагаются в цепи в различных структурных модификациях. Образующаяся полимерная цепь содержит смесь хаотически распределенных звеньев различной структуры.

Рассмотрим на примере полимеров бутадиена, как изменяются свойства материала в зависимости от микроструктуры цепи. Полибутадиен, в котором все звенья имеют цис-строение

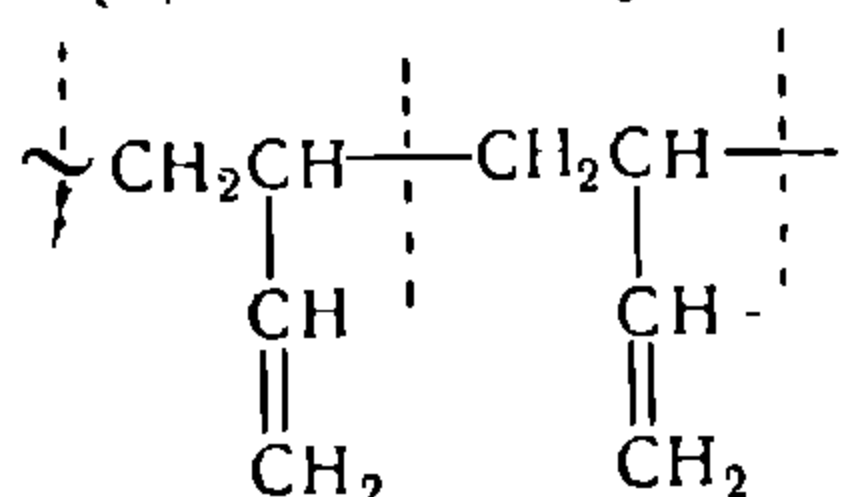


стеклется и становится хрупким при температуре -115°C . Он же с транс-структурой звеньев

¹ Ненасыщенные углеводороды с двумя двойными связями.



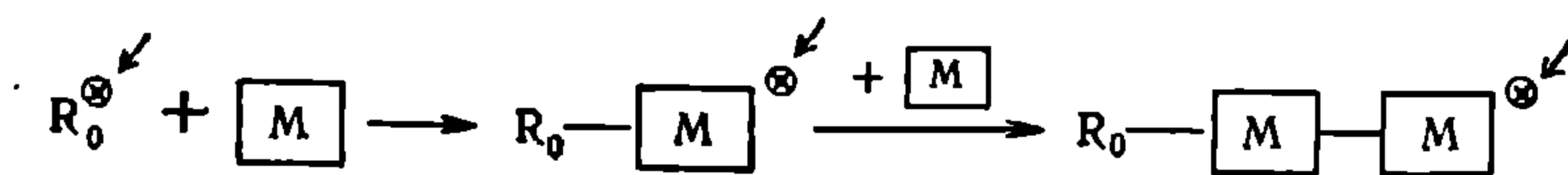
представляет собой кристаллический материал с температурой плавления около 140°. Полибутадиен, в котором каждое звено участвует в построении цепи только двумя атомами углерода (1,2 — полибутадиен),



замерзает уже при 0°.

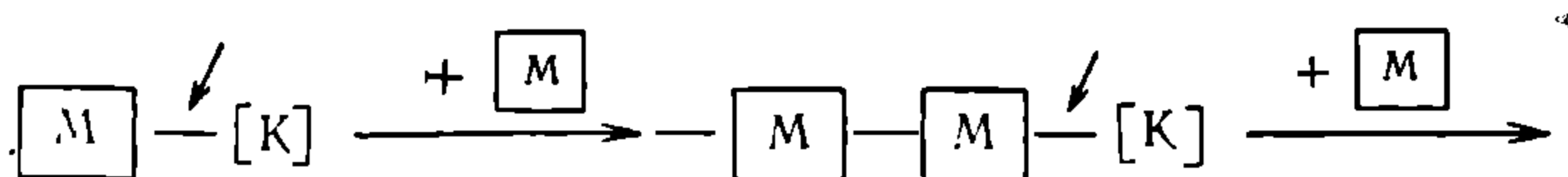
Каучук СКБ, получаемый из бутадиена по методу акад. С. В. Лебедева, содержащий в цепи смесь звеньев различной структуры, замерзает при —53°. Максимальная гибкость и эластичность достигаются в первом случае. Аналогично изменяются структура цепи и свойства каучука при полимеризации изопрена и других мономеров. Из этого следует, что для синтеза каучуков из диенов с заданным строением цепи необходима разработка таких каталитических систем и условий полимеризации, которые позволили бы каждому звену цепи формироваться только в одно определенное положение. Понадобилось пройти большой и трудный путь, прежде чем были разработаны системы стереоспецифического действия, при помощи которых эта задача была решена.

Известно, что полимеризация протекает по цепному механизму под влиянием активных частиц, причем каждая из них вовлекает в процесс тысячи исходных молекул мономера (М). Если процесс проходит под влиянием свободных радикалов или ионов, начальный активный центр ($R_0^\bullet$) участвует только в первом акте присоединения мономера и он не оказывает влияния на все последующие акты роста цепи (стрелкой обозначено место вхождения мономера в цепь).



При таком механизме полимеризации образуется смесь различных структур с преиму-

щественным содержанием транс-формы. Возможность регулирования структуры звена в цепи появляется только тогда, когда каждый акт присоединения мономера протекает с непосредственным участием катализатора (К) на растущем конце цепи.



Структура всей цепи определяется природой катализатора. Сейчас разработаны каталитические системы, позволяющие получать регулярно построенные цепи с различной структурой звеньев. Такой стереоспецифический синтез требует применения очень чистых исходных мономеров, ибо некоторые примеси, даже в весьма незначительных количествах, оказывают большое влияние на микроструктуру цепи и тем самым на свойства каучука. Так, при полимеризации изопрена и бутадиена под влиянием лития и литийорганических соединений примеси кислород-азот- и серосодержащих веществ приводят к сильному нарушению однородности цепи и к ухудшению свойств каучука.

На основе каталитических систем стереоспецифического действия осуществлен синтез цис-полибутадиена (каучук СКД) и цис-полиизопрена (каучук СКИ). Последний аналогичен по структуре и свойствам натуральному каучуку. В ближайшие годы они оба станут основными видами высокоэластичных каучуков общего назначения.

Каучук СКД уступает натуральному по прочности и технологическим свойствам. Однако он значительно превосходит его по износостойкости и не уступает ему по эластическим свойствам, что открывает возможность широкого применения СКД для изготовления шин.

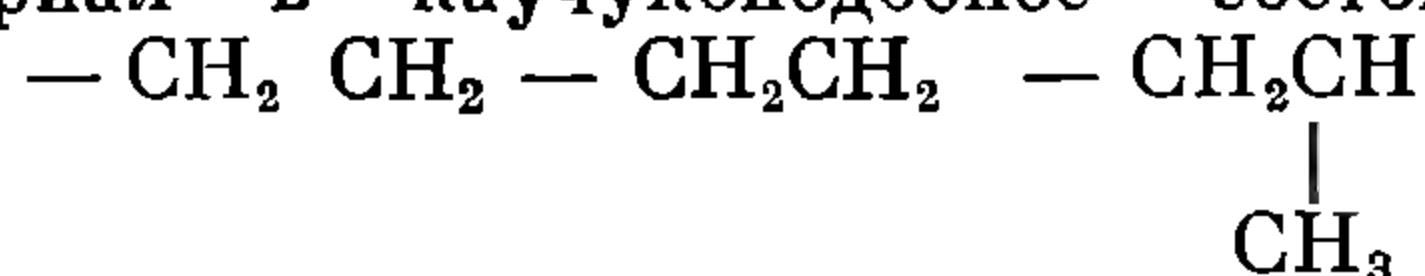
Процессы стереоспецифической полимеризации в углеводородных растворах, в частности получение каучуков СКИ и СКД, технологически сложны из-за высокой вязкости среды и большого теплового эффекта полимеризации. Чрезвычайно актуальна задача разработки систем, позволяющих проводить полимеризацию в водно-эмульсионных средах, что упростит технологию. Указания на принципиальную возможность создания

таких систем уже имеются в литературе.

На примере каучука СКД видно, что уже теперь возникает реальная возможность получения высокоэластичных каучуков, превосходящих натуральный по некоторым важнейшим свойствам. Нет сомнения, что в ближайшее время будут синтезированы каучуки, которые превзойдут натуральный по более широкому комплексу свойств. Представляется реальной постановка задачи синтеза каучуков, применение которых позволило бы продлить срок службы шин до срока эксплуатации автомобиля.

Исключительно высокой износостойкостью отличаются полиуретановые каучуки. Работы в этом направлении не получили пока должного развития из-за больших трудностей в технологии изготовления каучуков и резин из них и высокой их стоимости.

За последние годы достигнуты успехи в синтезе высокоэластичных каучуков на основе использования дешевого исходного сырья — этилена и пропилена — продуктов крекинга нефти. Полиэтилен — CH_2CH_2 — CH_2CH_2 — CH_2CH_2 , в сущности, высокоэластичный каучук с температурой стеклования около -90°C . Однако вследствие высокой однородности структуры цепи он находится в кристаллическом состоянии. Чтобы превратить полиэтилен в высокоэластичный каучук, необходимо «испортить» его структуру, например, введя в цепь в ходе полимеризации некоторое количество «чужих» звеньев, препятствующих кристаллизации. Достаточно ввести 25—30% пропилена, чтобы полностью перевести материал в каучукоподобное состояние.



Резина из таких каучуков очень стойка к окислительному старению при повышенных температурах, превосходя в этом отношении все другие известные каучуки общего назначения. Ценный комплекс свойств, наряду с доступностью и дешевизной исходного сырья, делают каучуки этого типа весьма перспективными для разнообразных целей.

В отдельных случаях значительный выигрыш в свойствах может быть получен путем введения в молекулу каучука небольшого количества специфических групп. Если, например, ввести одну карбоксильную группу на 400 углеродных атомов основной цепи, то каучук приобретет способность вулканизоваться окислами металлов —

магния, цинка, кальция и др. с образованием своеобразной вулканизационной сетки. Из-за нерастворимости образующихся солей, при растяжении резин наблюдаются сильные ориентационные эффекты, приводящие к повышению прочности на разрыв и на разрастание порезов (см. табл.).

Т а б л и ц а

Влияние карбоксильных групп на свойства резины

	Прочность на разрыв ненаполненных резин (в кг/см ²)	Сопротивление разрастанию порезов в сажевых резинах (количество циклов)
СКС 30	60	130 000
СКС 30-1 (с карбоксильной группой)	350	>360 000
СКБ	30	25 000
СКБ 1 (с карбоксильной группой)	300	>360 000
Натуральный каучук	300	270 000

Выигрыш в свойствах в данном случае достигается не за счет внутренней структуры всей молекулы каучука, а в результате изменения характера взаимодействия между молекулами каучука, за счет надмолекулярной структуры. Этот путь также представляет несомненный интерес.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ КАУЧУКИ

Развитие современного машиностроения и реактивной техники потребовало создания резиновых изделий, работающих в условиях высоких (от 120 до $400\text{—}500^\circ\text{C}$) и низких (до -60°C) температур. Многие из таких изделий должны обладать значительной химической стойкостью, поскольку они эксплуатируются в различных агрессивных средах (в концентрированных кислотах, реактивных топливах, сильных окислителях и т. д.); не должны заметно набухать в бензинах, маслах и других жидкостях. Возникает также задача синтеза радиационно-стойких каучуков, способных выдерживать воздействие излучений большой интенсивности, огнестойких эластомеров и т. д. Пока нет путей синтеза каучукоподобных полимеров, удовлетворяющих всем этим требованиям. Усилия химиков направлены на получение материалов, в которых хотя бы частично реализовался определенный комплекс необходимых свойств, на создание большого ассортимента каучуков, из которых каждый является носителем какой-то группы свойств.

Как уже отмечалось, при определенной температуре каучуки и резины из них теряют эластичность и становятся хрупкими. Задача синтеза морозостойких каучуков, пригодных для эксплуатации в суровых климатических условиях, в научном и практическом отношении в основном решена. Сейчас хорошо известны закономерности, определяющие связь между структурой цепи и ее морозостойкостью.

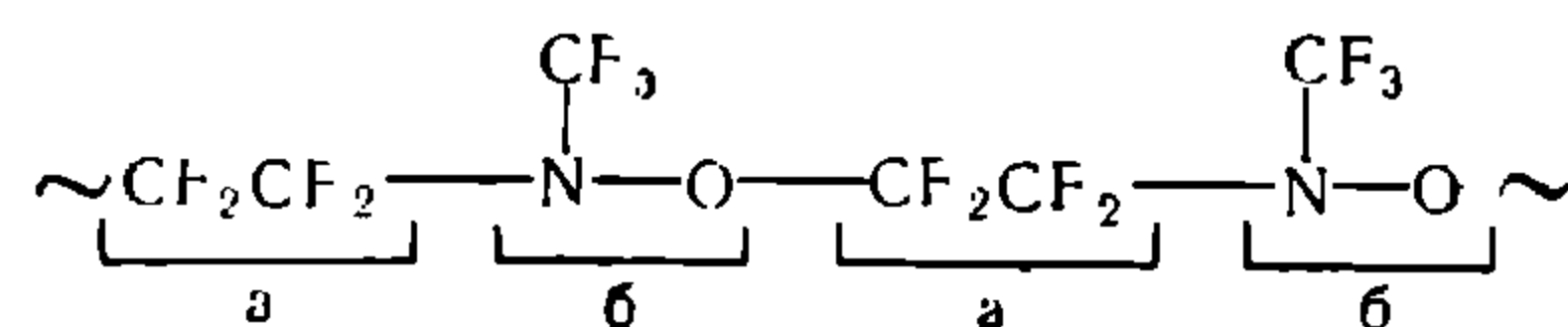
Наиболее морозостойкий каучук — полибутадиен, построенный из смеси цис- и транс-звеньев. Присутствие некоторого количества транс-звеньев устраняет кристаллизацию при низких температурах и позволяет приблизить температуру хрупкости резины к температуре стеклования каучука (-115°). Синтезированные до настоящего времени различные каучуки могут применяться при температурах $-50, -70^{\circ}$ и ниже.

Синтез каучуков, не набухающих в бензинах и углеводородных маслах, достигается путем введения в полимерную цепь некоторого количества полярных групп и атомов, например атомов фтора, хлора, дисульфидных, нитрильных, пиридиновых групп и т. д. Сейчас известно много каучуков, удовлетворяющих в этом отношении необходимым требованиям.

Более сложная и еще недостаточно решенная задача — это синтез каучуков, сохраняющих одновременно высокую морозостойкость и бензостойкость, так как введение в цепь полярных групп приводит к уменьшению гибкости цепи из-за усиления межмолекулярного взаимодействия и к ухудшению морозостойкости резины. Наибольший интерес в этом отношении представляют некоторые фторкаучуки, поскольку выигрыш в бензостойкости связан у них с меньшей потерей гибкости цепи.

Из всех задач в области синтеза специальных каучуков наиболее сложной является задача получения термостойких материалов, одновременно устойчивых к различным агрессивным средам и сохраняющих эластичность при низких температурах. Все обычные каучуки общего назначения в интервале температур $200-250^{\circ}\text{C}$ претерпевают глубокие необратимые изменения, связанные с распадом цепи по связи углерод — углерод и с другими структурными превращениями. Резина из таких каучуков практически может работать только до температуры 150° . Некоторые из синтезированных материалов, в том числе фторакрилатные и фтори-

рованные сложные полиэфиры, характеризующиеся низкой набухаемостью в углеводородных растворителях, могут применяться при температуре $170-210^{\circ}$. К этой группе каучуков относится также фторнитрозокаучук,

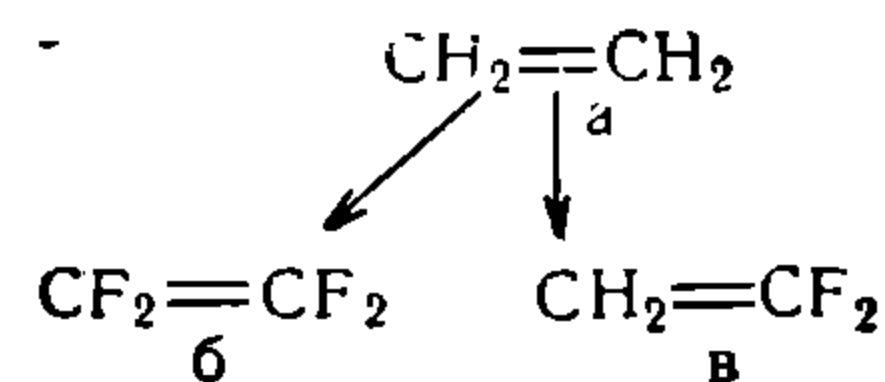


не содержащий атомов водорода и характеризующийся поэтому очень высокой устойчивостью к агрессивным средам. Такой каучук состоит из последовательно расположенных звеньев тетрафторэтилена (а) и трифторнитрозометана (б).

Задача синтеза высокотермостойких каучуков для температур выше 250° в одном отношении принципиально отличается от требований для получения высокотермостойких пластиков. Распад полимерной молекулы при высокой температуре в значительной мере протекает как процесс деполимеризации. Это означает, что вслед за первичным актом распада цепи по связи углерод — углерод наблюдается цепной процесс разрушения молекулы с выделением мономера или более сложного осколка цепи.

Цепной процесс разрушения молекулы при высоких температурах легко протекает в каучукоподобных материалах и сильно затруднен в жестких системах (в застеклованном или кристаллическом состоянии). Поэтому для пластиков часто удается получить высокотермостойкий материал на основе обычной углеводородной цепи, если повысить температуру размягчения материала. Синтез высокотермостойких каучуков может быть осуществлен только путем повышения прочности химических связей в полимерной цепи.

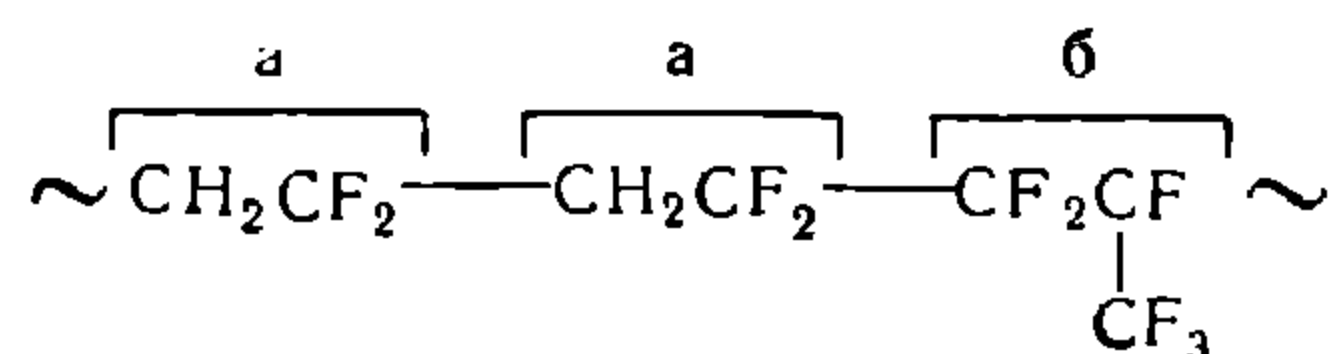
Важное значение приобрели фторкаучуки с углеродной полимерной цепью, в которых высокая термическая стойкость сочетается с химической инертностью.



В этилене (а) атомы водорода могут быть полностью или частично заменены атомами фтора (б и в). При полимеризации этих мономеров образуются кристаллические материалы, плавящиеся при высокой темпера-

туре—CF₂CF₂—CF₂CF₂—CF₂CF₂— (температура плавления выше 300°), —CH₂CF₂—CH₂CF₂—CH₂CF₂— (температура плавления выше 100°).

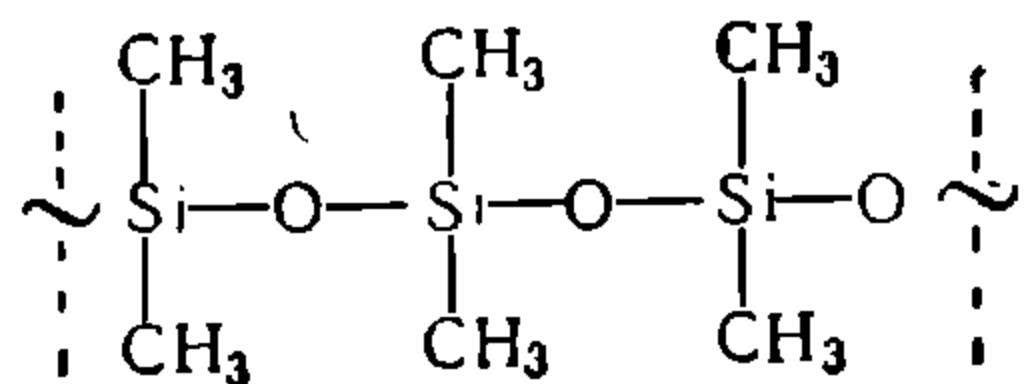
Однако эти полимеры в сущности являются каучуками, так как их температура стеклования ниже 0°. Перевод их в каучукоподобное состояние достигается путем нарушения однородности построения цепи введением в цепь «чужих» звеньев. Примером может служить каучук, имеющий структуру:



В основную цепь, состоящую из звеньев *a*, вводят путем сополимеризации некоторое количество «чужих» звеньев *b*, препятствующих кристаллизации. Прочность связи С—F выше прочности связи С—Н.

Большое количество атомов фтора повышает также прочность связи углерод—углерод, сообщает каучукам высокую стойкость к растворителям и агрессивным средам, но существенно снижает гибкость цепи, в силу чего они не могут применяться при низких температурах, но выдерживают высокую температуру (150—300°).

Для получения каучуков, сохраняющих эластичность при низких температурах и способных длительное время выдерживать температуры выше 250°, наиболее перспективен путь синтеза элементоорганических полимеров. Весьма важными представителями этой группы являются кремнийорганические каучуки, в которых основная полимерная цепь состоит из перемежающихся атомов кремния и кислорода.



Высокая гибкость молекулы (температура стеклования — 123°) обусловлена особенностями структуры основной цепи.

Склонность к кристаллизации кремнийорганических каучуков устраняется введением в цепь силоксановых звеньев с новыми, например фенильными заместителями. В этом случае могут быть получены резины, сохраняющие эластичность до температуры — 90°, — 100°.

Кремнийорганические каучуки с большим количеством фенильных групп отличаются повышенной стойкостью к радиации. Ввиду низкой температуры стеклования каучука, представляется возможным вводить в углеводородный радикал значительное количество атомов фтора, сохранив достаточно высокую морозостойкость материала. Фторсилоксановые каучуки могут применяться при высоких и низких температурах и сравнительно мало набухают в углеводородах.

Резины из кремнийорганических каучуков могут работать длительное время при температуре 250—300° и кратковременно при 350° С. Наиболее термостойки резины, полученные на основе радиационной вулканизации. Прочность резин из кремнийорганических каучуков сравнительно низка, что, по-видимому, обусловлено свернутостью цепи из-за ее большой гибкости и малого межмолекулярного взаимодействия.

Все кремнийорганические каучуки легко распадаются под влиянием кислот и оснований. Термостабильность этого вида полимеров поэтому в сильной мере зависит от степени их очистки от кислот и оснований, применяемых в качестве катализаторов процесса полимеризации.

Проблема синтеза каучуков, способных в различных условиях длительное время выдерживать температуры выше 300°, пока еще не разрешена. Решение ее может быть достигнуто не только путем синтеза новых элементоорганических и неорганических полимеров, но и в результате применения стабилизаторов, препятствующих окислению и цепному распаду полимеров при высоких температурах. Методы стабилизации специфичны для полимеров различной природы. Известно, например, стабилизирующее действие при высоких температурах окислов железа, свинца и некоторых других металлов на резины из кремнийорганических каучуков.

Изучение специфики процессов старения каучуков и механизма действия стабилизаторов при высоких температурах представляется весьма важным в комплексе вопросов, связанных с проблемой синтеза термостойких каучуков. Для дальнейшего успешного развития этой области, глубоко связанной с потребностями народного хозяйства, необходимо расширение поисковых и теоретических исследований в различных направлениях.

ВОДА- БОГАТСТВО СТРАНЫ

ВОДНЫЙ БАЛАНС И ЕГО ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

А. М. Грин, Н. Н. Дрейер,
М. И. Львович

Доктор географических наук
Институт географии АН СССР (Москва)

Все воды тесно взаимосвязаны круговоротом влаги в природе. Использование одного из источников неизбежно сказывается на состоянии других. Интенсивная эксплуатация подземных вод уменьшает их приток в реки и, следовательно, ресурсы речного стока, а задержание поверхностных вод на пашне влечет за собой уменьшение паводков на реках, некоторое усиление питания подземных вод, при общем уменьшении речного стока. Такая взаимозависимость различных элементов водного баланса в том числе и речного стока, дает в руки человека мощное средство его регулирования, путем воздействия на почвенный и растительный покров.

Водные ресурсы СССР огромны. И хотя распределены они по территории нашей страны весьма неравномерно, до сих пор районы, где нехватало бы воды для нужд народного хозяйства, были исключением. Даже в «безводных» пустынях водоснабжение, как правило, сравнительно просто разрешается за счет запасов подземных вод. Однако бурное развитие нашей страны привело к тому, что в ряде районов уже сейчас начинает ощущаться нехватка воды для народного хозяйства. Существует реальная опасность того, что в ближайшее двадцатилетие в результате стремительного роста потребления воды недостаточно обеспеченными окажутся многие из наиболее развитых районов страны, что может стать причиной, сдерживающей развитие здесь народного хозяйства. Разработка научно обоснованного плана комплексного использования и охраны водных ресурсов СССР становится насущной проблемой нашего времени.

Планирование использования водных ресурсов — задача чрезвычайно сложная. И не только потому, что потребность в воде не-

прерывно возрастает, но и вследствие того, что водные ресурсы весьма динамичны. Непрерывно изменяясь в процессе одного из величайших явлений на земле — круговорота воды в природе, — источники воды теснейшим образом связаны друг с другом. Поэтому правильное и наиболее полное представление о всех источниках водных ресурсов может быть получено только на основе анализа водного баланса.

КОМПЛЕКСНОЕ УРАВНЕНИЕ

Еще сравнительно недавно для определения водного баланса территории на длительный период было принято уравнение

$$P = R + E,$$

где P — атмосферные осадки, R — речной сток, а E — суммарное испарение. Однако в водохозяйственном планировании и проектировании оно применения найти не смогло, прежде всего из-за того, что сток (R) и испарение (E) включали в себе неоднородные по происхождению и неравноценные в хозяйственном отношении элементы. Поэтому

возникла практическая потребность в более детальном раскрытии процессов круговорота воды в природе. Такую возможность дает новое комплексное дифференцированное уравнение водного баланса¹ $P = S + U + N + T$ (рис. 1). Здесь полный речной сток разделяется на устойчивую подземную (U) составляющую, формирующуюся за счет относительно равномерного притока подземных вод в реку, и поверхностную (S) — кратковременную, неустойчивую паводочную часть. Первая из них постоянна и поэтому удобна для использования, она наиболее ценна для народного хозяйства. Вторая — непродолжительна и быстро изменяется, что затрудняет ее использование в большинстве отраслей народного хозяйства. Более того, эта часть речного стока иногда наносит серьезный ущерб сельскому хозяйству, смывая почву и образуя овраги.

¹ См. ДАН СССР, т. 75, 1950, вып. 1.

Столь же неравноценны и составляющие, из которых складывается суммарное испарение (E): в него входят непродуктивное испарение (N), т. е. испарение непосредственно с поверхности почвенного покрова, водоемов и водотоков, и продуктивное испарение, или транспирация (T), — процесс, без которого невозможна жизнедеятельность растений.

Комплексное уравнение дает возможность раскрыть и некоторые другие весьма важные элементы круговорота воды в природе. Так, на его основе можно определить величину валового («годового») увлажнения территории ($W = P + S$), примерно равную количеству воды, усваиваемой почвой за год. Другими словами, это те ресурсы почвенной влаги, необходимые для произрастания сельскохозяйственных культур, от величины которых зависит урожай¹.

¹ Годовое увлажнение территории расходуется на испарение и питание рек подземными водами $W = E + U$.

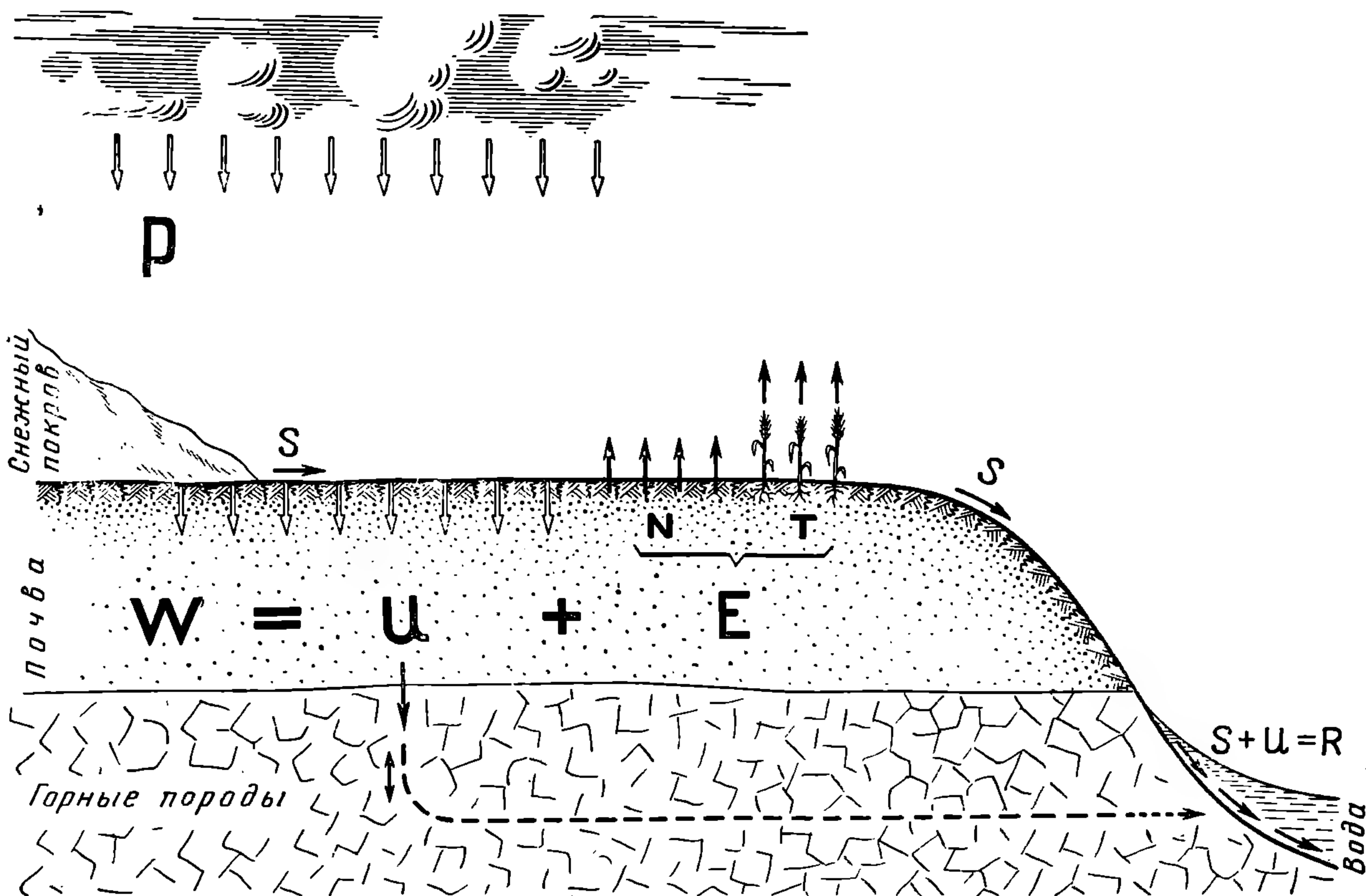


Рис. 1. Схема водного баланса. P — атмосферные осадки; R — полный речной сток; S — поверхностный сток; U — подземный сток; W — годовое увлажнение территории (годовая инфильтрация), включая поверхностное задержание; N — непродуктивное испарение; T — транспирация растений; E — суммарное испарение

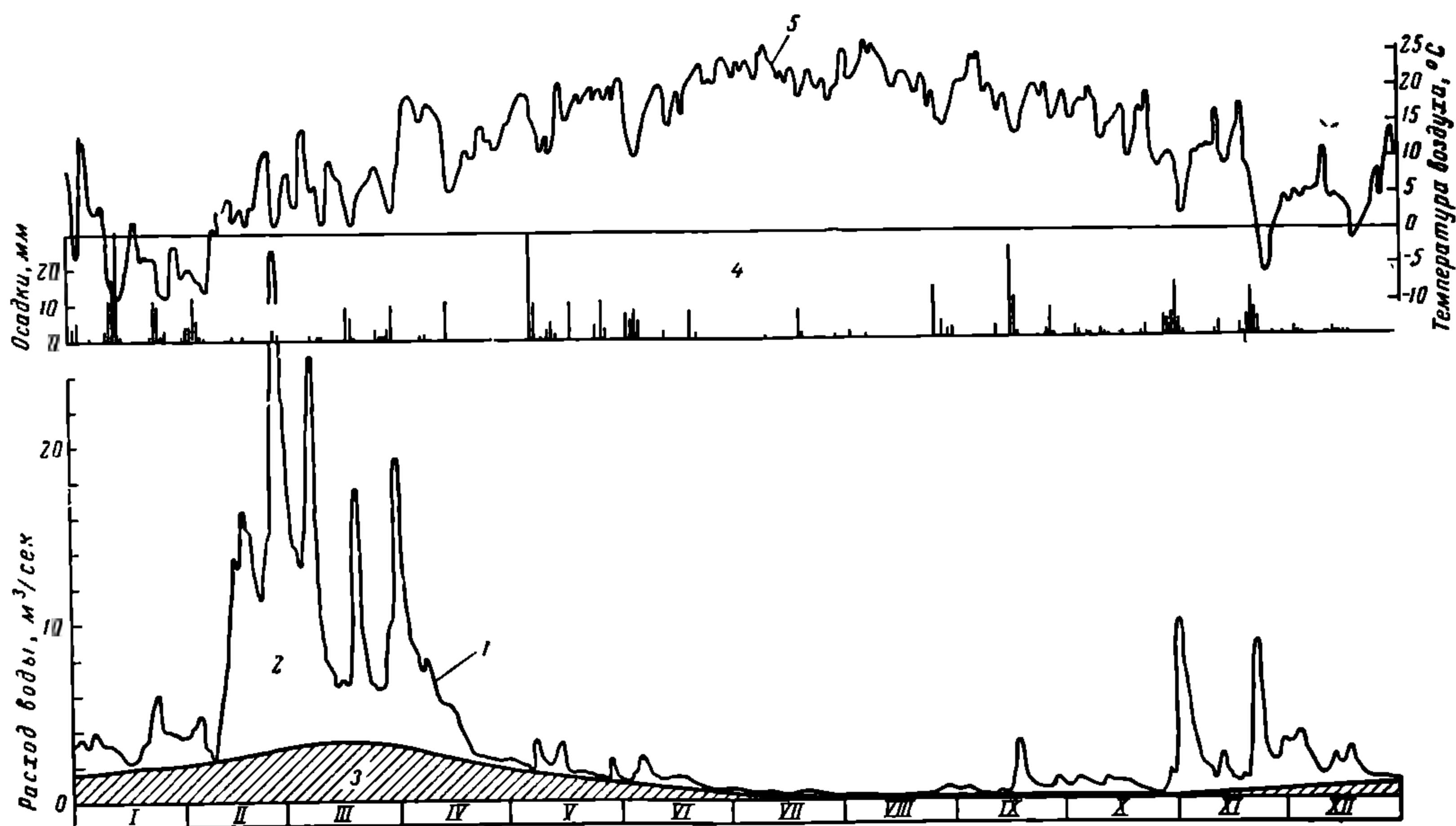


Рис. 2. Комплексный гидрологический график ежедневных расходов воды, атмосферных осадков и температур воздуха. 1 — полный сток; 2 — поверхностная составляющая (паводки); 3 — подземная составляющая (устойчивый сток); 4 — атмосферные осадки; 5 — температуры воздуха

Исследования последних лет позволяют предполагать, что основная масса возобновимых запасов подземных вод дренируется реками. Обмен подземных вод, расположенных ниже зоны активного водообмена, как правило, замедлен и не принимает существенного участия в круговороте воды. Это дает возможность сделать важный вывод, что количество подземных вод, поступающих в реки (U), приблизительно характеризует возобновимые ресурсы подземных вод¹.

Подземная и поверхностная составляющие речного стока в большинстве случаев могут быть с достаточной точностью определены путем расчленения речного стока на комплексных гидрологических графиках (рис. 2). Разделение суммарного испарения в настоящее время еще не представляется возможным. Немногочисленные исследования в этой области характеризуют эти соотношения пока лишь для небольших участков местности. Они показывают, что продуктивное испарение составляет обычно менее половины суммарного.

¹ Тем самым коэффициент питания рек подземными водами ($K_u = \frac{U}{W}$) характеризует ту часть годового увлажнения территории, которая расходуется на питание подземных вод.

ЗОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Для оценки зональных закономерностей водного баланса территории была установлена зависимость испарения и питания рек подземными водами от годового увлажнения (рис. 3). В засушливых условиях, когда годовое увлажнение намного меньше испаряемости, подавляющая часть или даже вся почвенная влага расходуется на испарение. При существенном увлажнении, когда действительное испарение близко к испаряемости, создаются условия для обильного питания подземных вод.

Детально изучая совокупное влияние климатических и почвенных условий на структуру водного баланса, можно установить зональные закономерности этой структуры. Показанные на рис. 3 зависимости, построенные по данным 450 речных бассейнов, позволили выделить пять зональных типов водного баланса. Типы и подтипы водного баланса не всегда согласуются с географическими зонами. Такая картина наблюдается, например, в районах распространения многолетней мерзлоты. Дальнейших исследований ждут и такие вопросы, как установление различий в водном балансе тундры и лесотундры, выявление типов водного баланса для высокогорных районов и др.

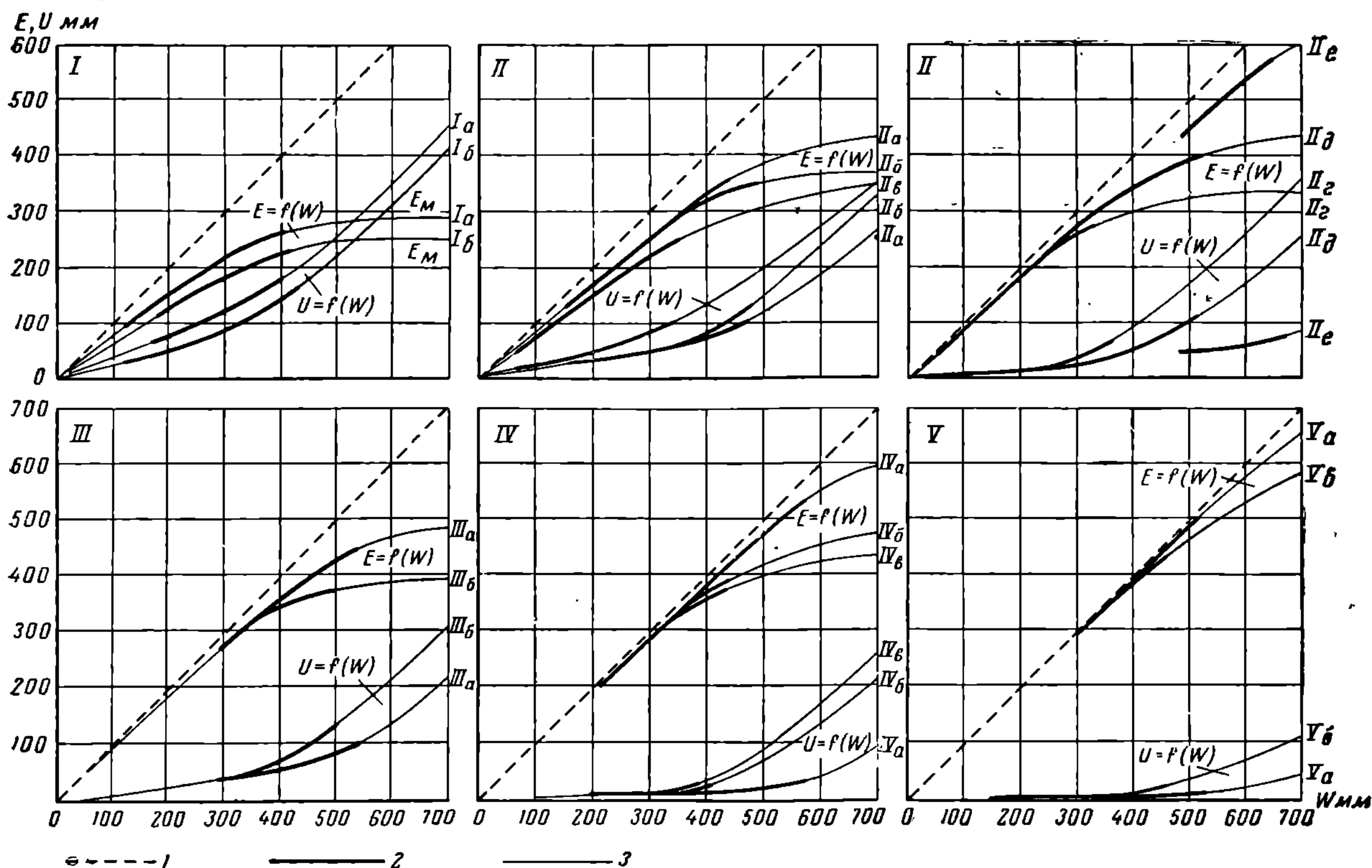


Рис. 3. Зональные закономерности водного баланса (кривые структуры водного баланса): зависимость испарения (E) и питания рек подземными водами (U) от годового увлажнения территории (W); 1 — линия равных значений E и W ; 2 — эмпирические части кривых; 3 — теоретические части кривых. Типы и подтипы. I — тундровый (включая лесотундровый): I-а — европейский; I-б — сибирский; II — таежный: II-а — европейский, II-б — западно-сибирский (средне-таежный равнинный); II-в — восточно-сибирский (горный); II-г — многолетнемерзлотный; II-д — приамурский; II-е — уссурийский; III — лесной (смешанных лесов): III-а — европейский, III-б — западно-сибирский (южно-таежный); IV — лесостепной: IV-а — европейский, IV-б — западно-сибирский, IV-в — восточно-сибирский; V — степной: V-а — европейский, V-б — западно-сибирский и северо-казахстанский

ВОДНЫЙ БАЛАНС СССР

Проведенные комплексные исследования водного баланса и выявленные зональные закономерности позволили построить генерализованные карты распределения всех элементов водного баланса по территории нашей страны (Вклейка 1). Эти карты дали возможность оценить размеры всех элементов водного баланса СССР в целом и его крупных экономических районов.

Посмотрим теперь, каковы же размеры этих элементов. Годовой водный баланс СССР округленно характеризуется следующими величинами: осадки — 8480 км^3 , полный речной сток — 4220 км^3 , подземная составляющая речного стока (устойчивый сток) — 880 км^3 , поверхностная составляющая (па-

водочный сток) — 3340 км^3 , годовое увлажнение территории (количество воды, усвоенное почвой за год) — 5140 км^3 , суммарное испарение — 4260 км^3 .

Масштаб этих величин огромен. Чтобы ясней его себе представить, вспомним, что объем, например, Азовского моря составляет всего лишь 300 км^3 .

Почти половина выпадающих на территории СССР атмосферных осадков питает реки, а половина расходуется на испарение. Сток рек Советского Союза составляет немногим более $1/8$ объема стока рек всего земного шара¹, а относительная водоносность рек

¹ Сток земного шара оценивается в $34\,800 \text{ км}^3$ (без 1750 км^3 стока льда и воды с Гренландии и Антарктиды).

СССР (194 мм) меньше, чем в среднем для рек земного шара (263 мм).

Объем наиболее ценного для народного хозяйства устойчивого речного стока (880 км³) лишь немногим более 1/5 полного речного стока. На поверхностный (паводочный) сток приходится 4/5. Такая неблагоприятная для использования структура речного стока требует проведения больших и дорогостоящих мер по его регулированию.

Более 60% осадков идет на увлажнение территории (5140 км³) и расходуется в основном на возобновление запасов влаги в почвенном покрове. Примерно 1/6 часть этого количества попадает затем в подземные воды и в виде подземного питания в реки, остальное — испаряется. Таким образом годовое увлажнение служит источником возобновления запасов подземных вод и обеспечивает в процессе транспирации образование растительной массы. Поэтому расход атмосферных осадков на увлажнение почвенного покрова — это не «потери», как принято считать в речной гидрологии, а один из ценнейших элементов водного баланса.

Сравним теперь данные о водном балансе крупных экономических районов (Вклейка 11), которые характеризуют основные источники водных ресурсов — речные, подземные и почвенную влагу. Эти данные позволяют делать интересные и важные для народного хозяйства выводы. Возьмем только один пример, относящийся к Дальневосточному и Белорусскому районам. В первом полный речной сток (302 мм) в полтора раза больше, чем во втором (180 мм), но вместе с тем наиболее ценная для народного хозяйства устойчивая часть стока рек Дальнего Востока (38 мм) в два раза меньше, чем у белорусских рек (74 мм). На Дальнем Востоке это связано прежде всего с невысокой впитывающей способностью почвенного покрова, особенно в районах распространения многолетней мерзлоты. Естественно, что в таких условиях питание подземных вод затруднено, а поверхностный сток велик.

Все данные, приведенные в диаграмме, относятся к средним условиям за многолетний период. Но при планировании необходимо предусматривать обеспечение народного хозяйства водой в любой по водности год, и поэтому особенно важными становятся сведения о водном балансе маловодных лет. Расчеты, проведенные, например, для Центрально-Черноземных областей, показы-

вают, что паводочный сток в маловодные годы уменьшается здесь почти в 3 раза, устойчивый сток — почти на 1/3.

Расчет водного баланса отдельных лет, особенно маловодных, для всей территории Советского Союза — одна из актуальнейших задач, стоящих перед гидрологами.

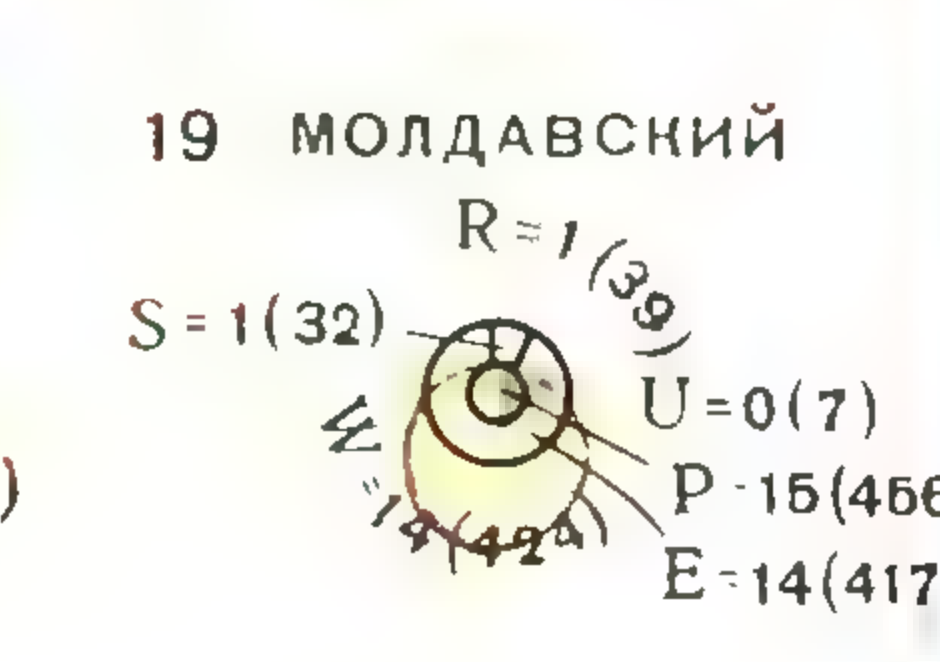
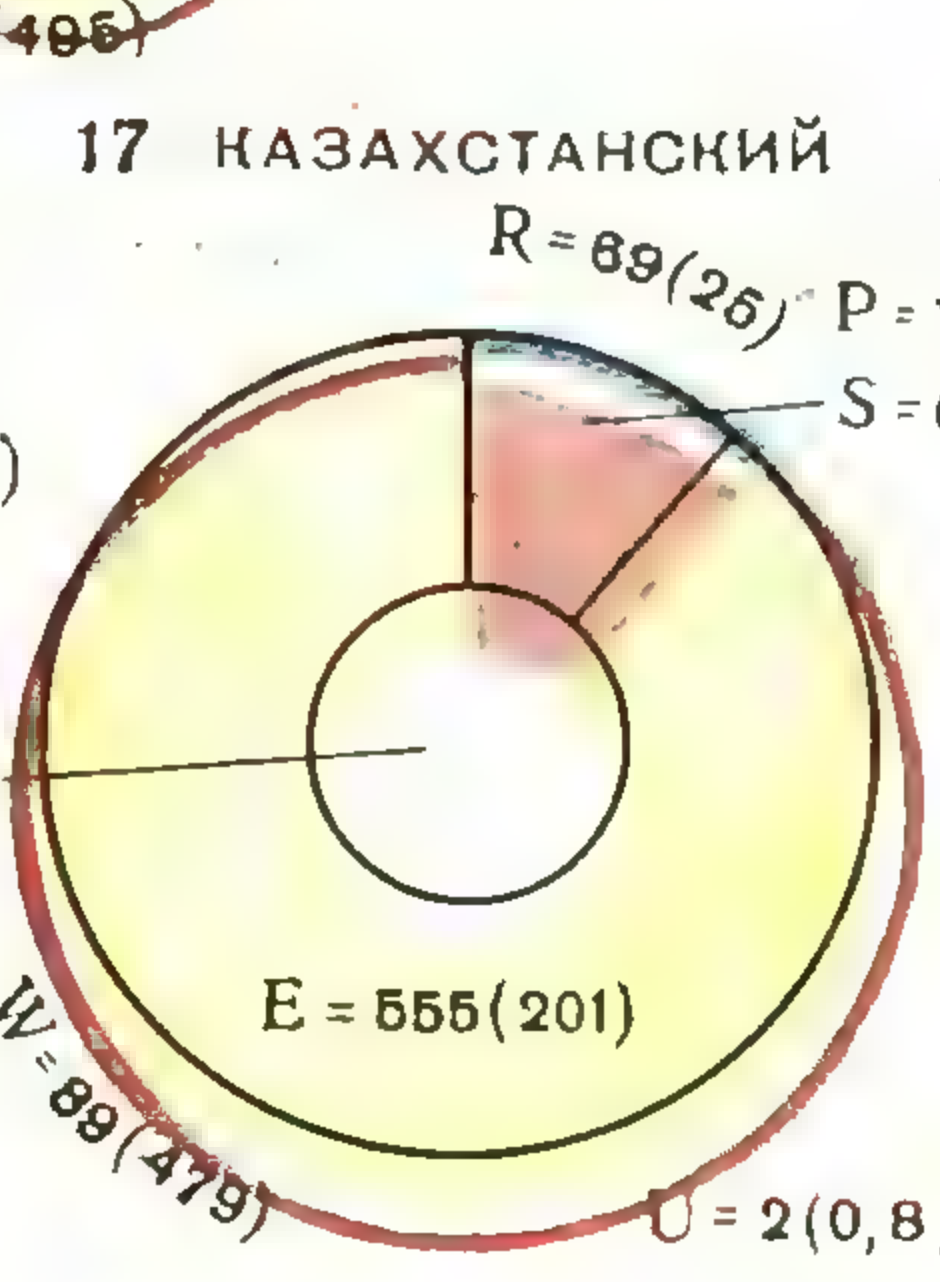
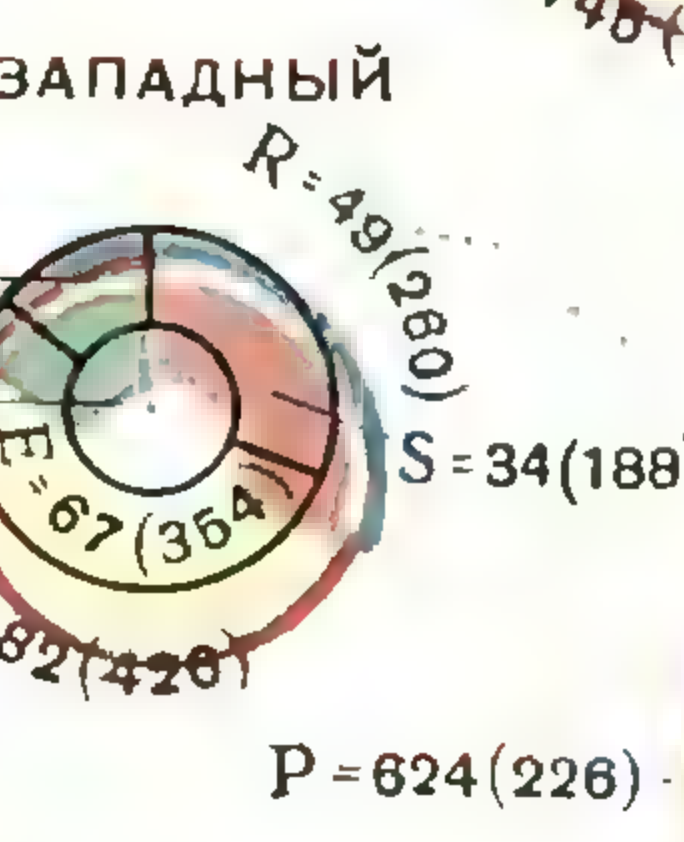
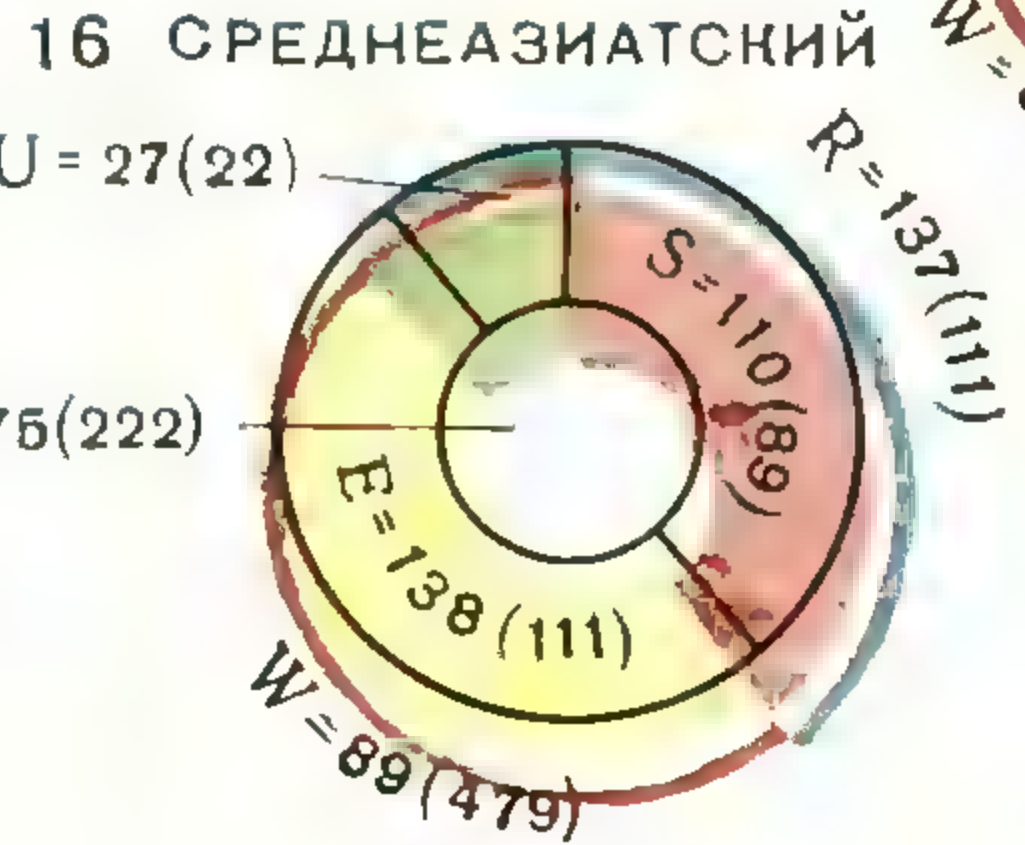
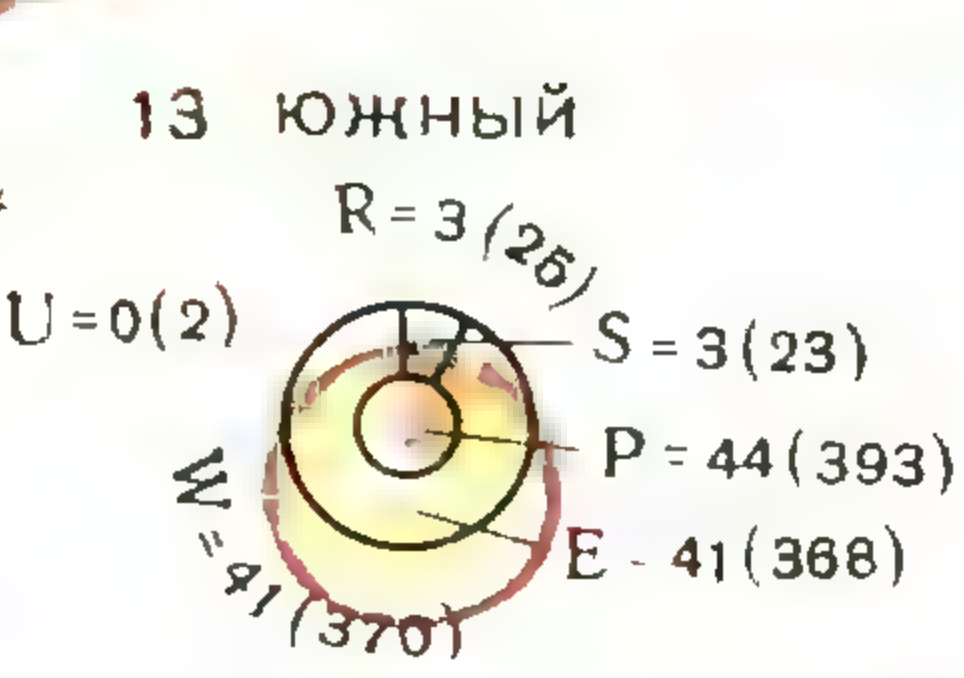
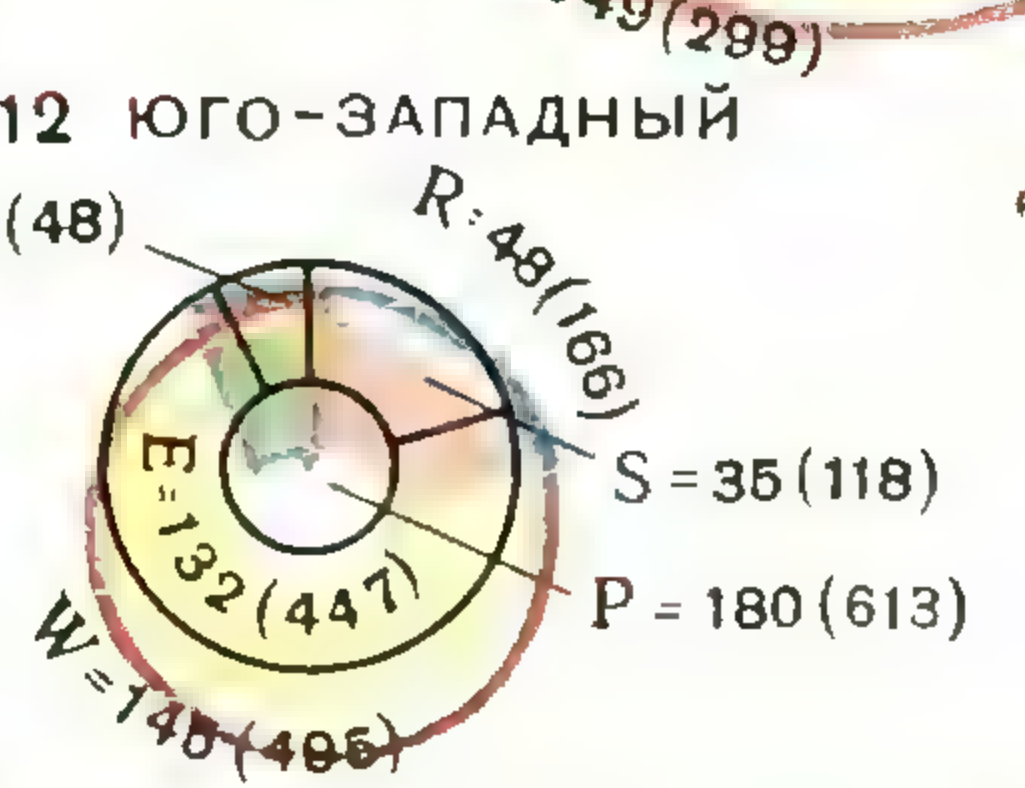
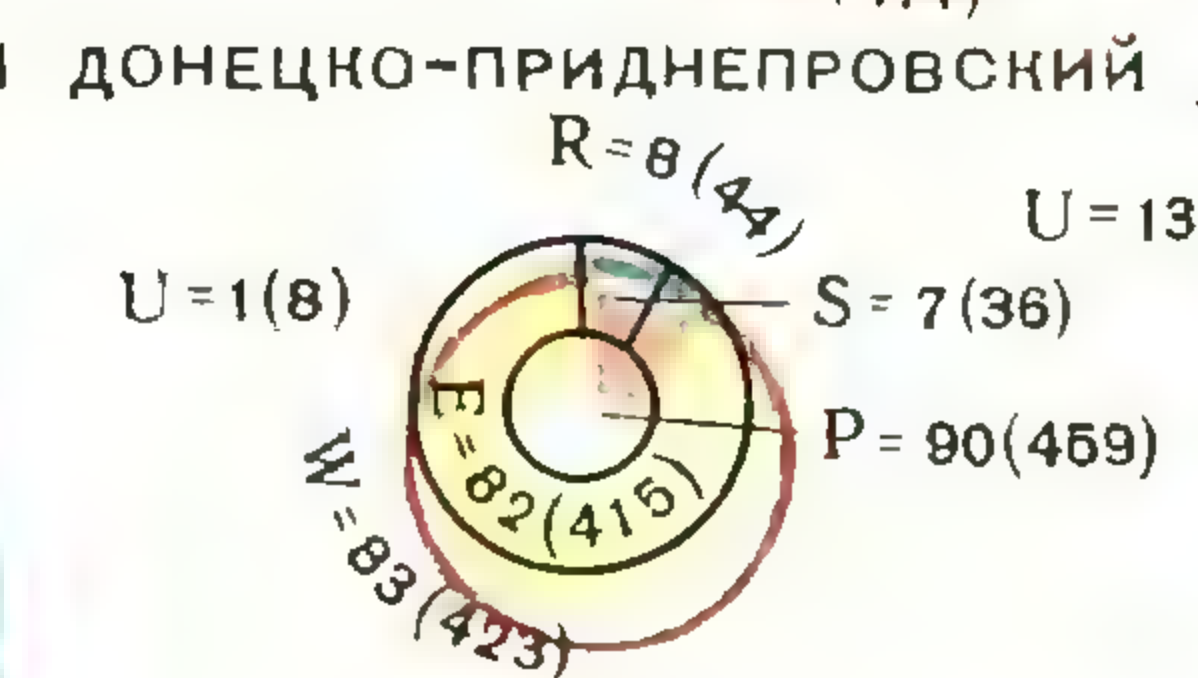
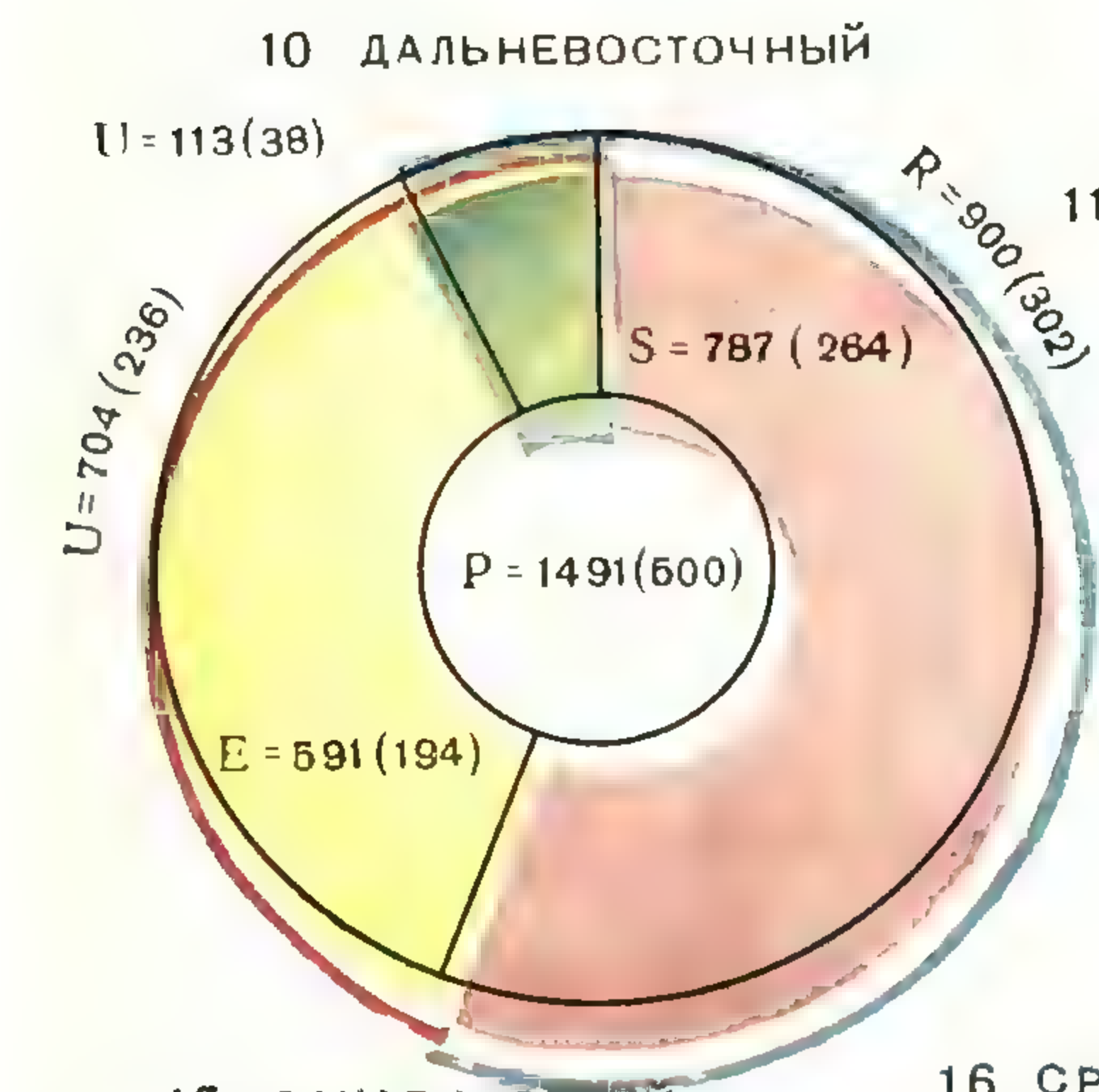
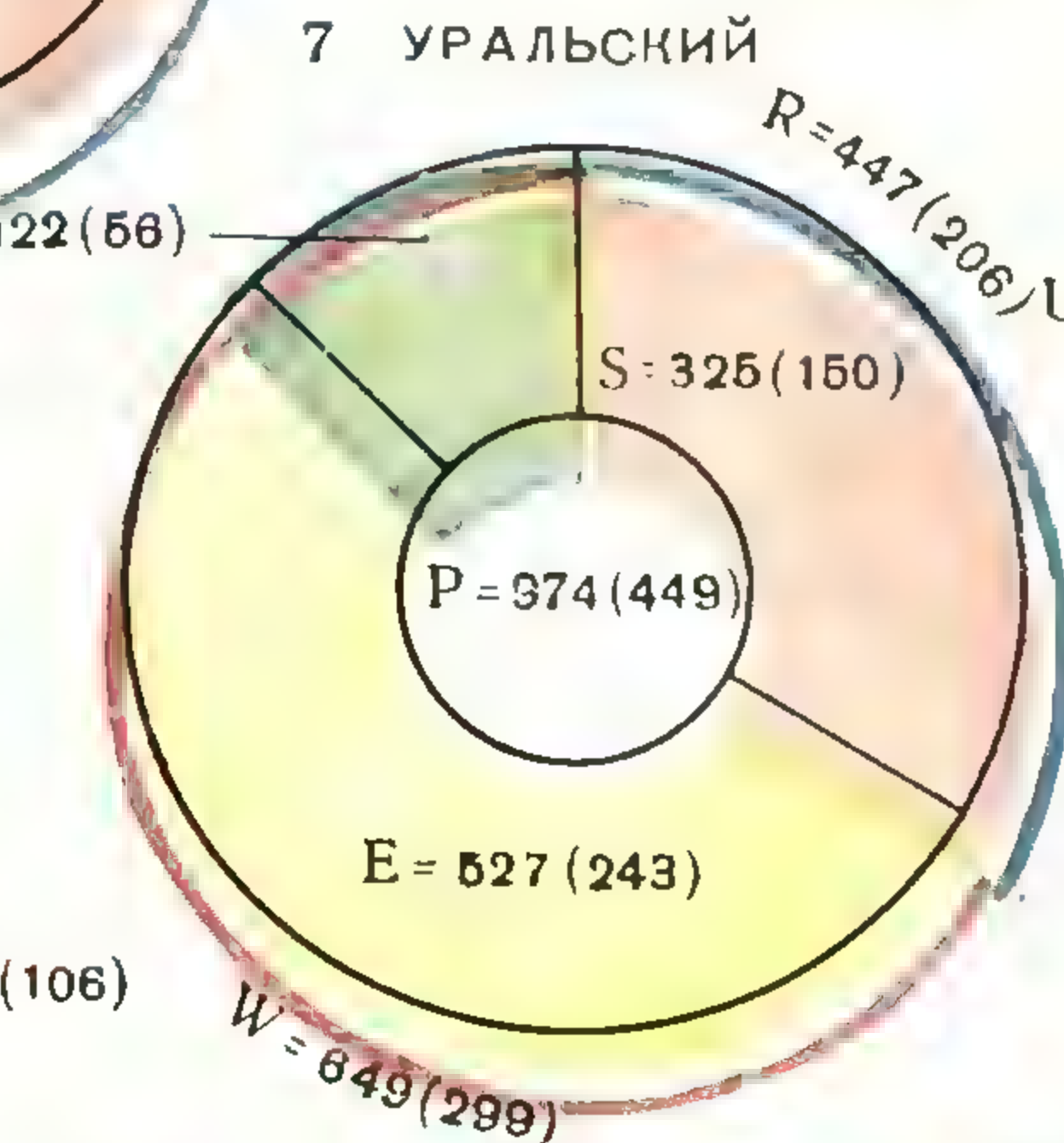
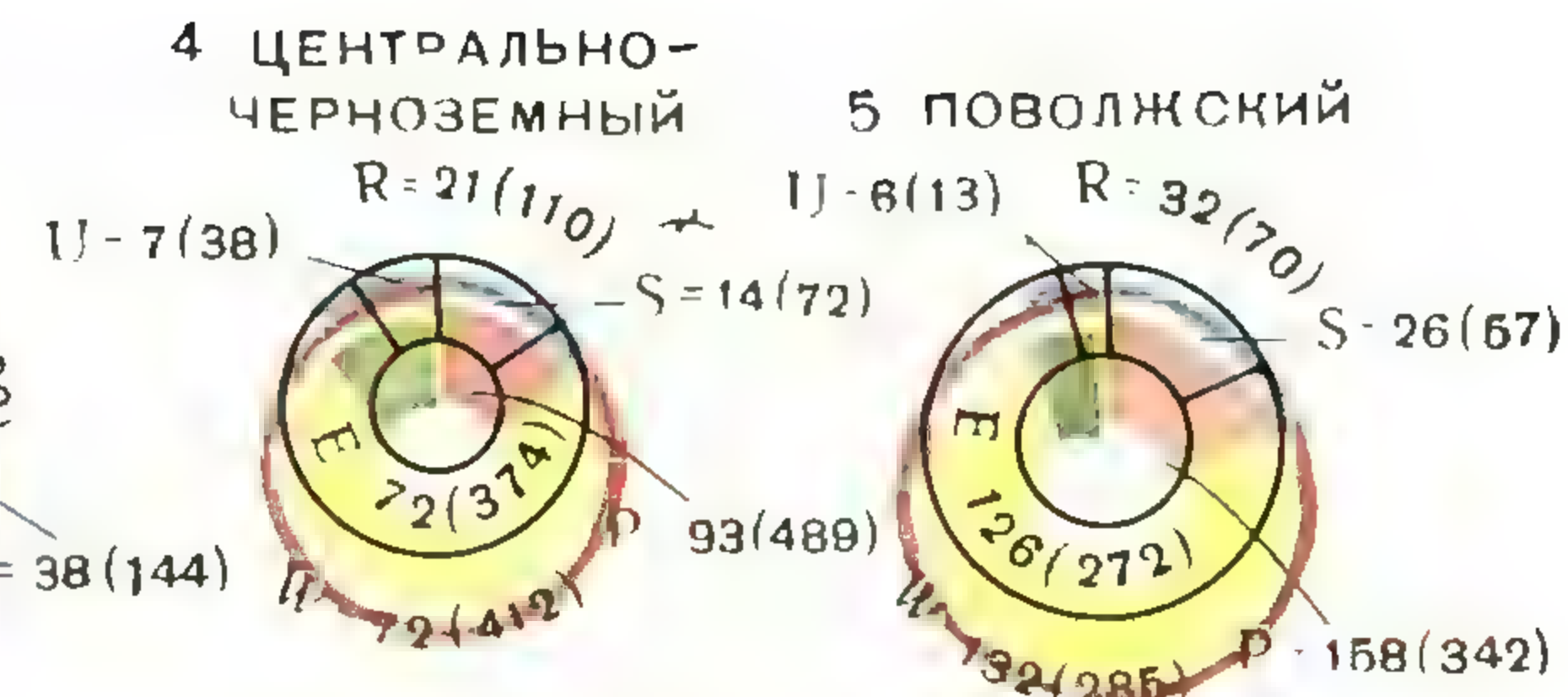
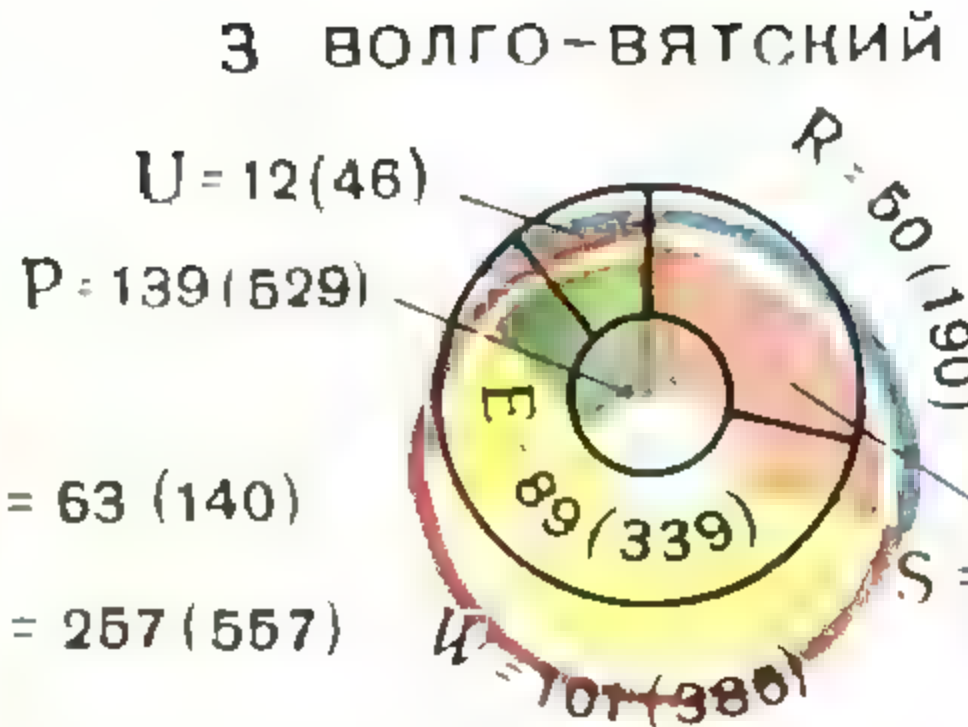
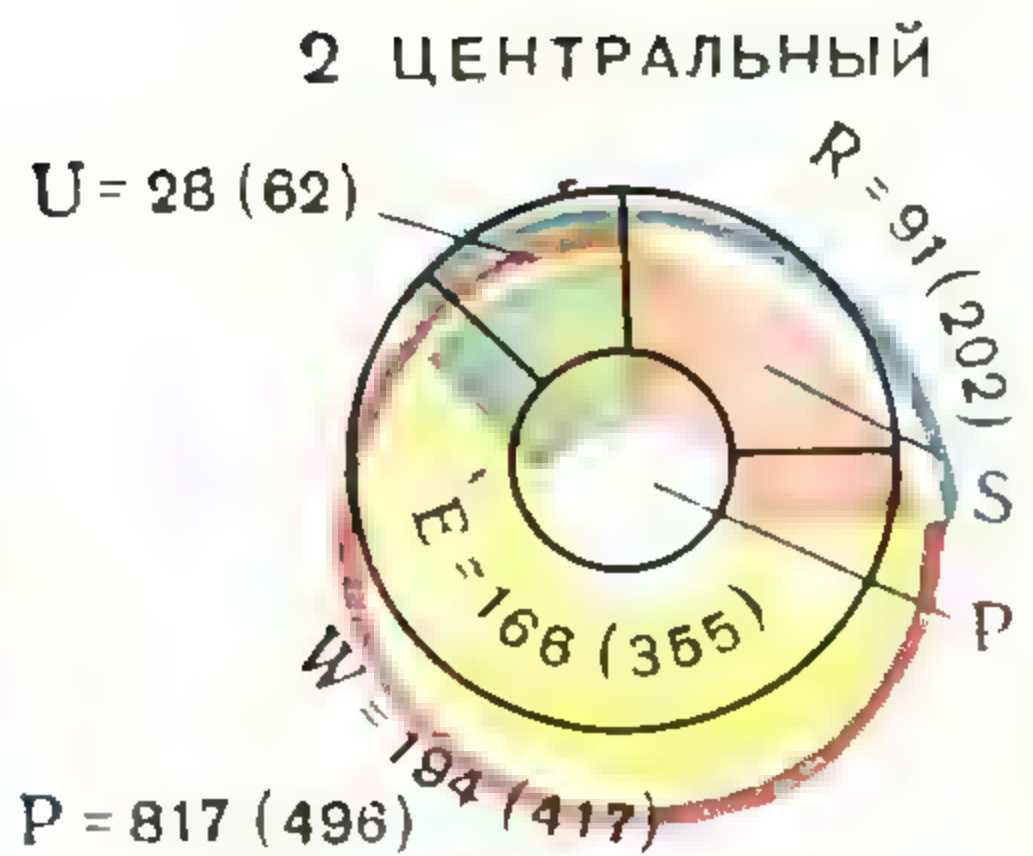
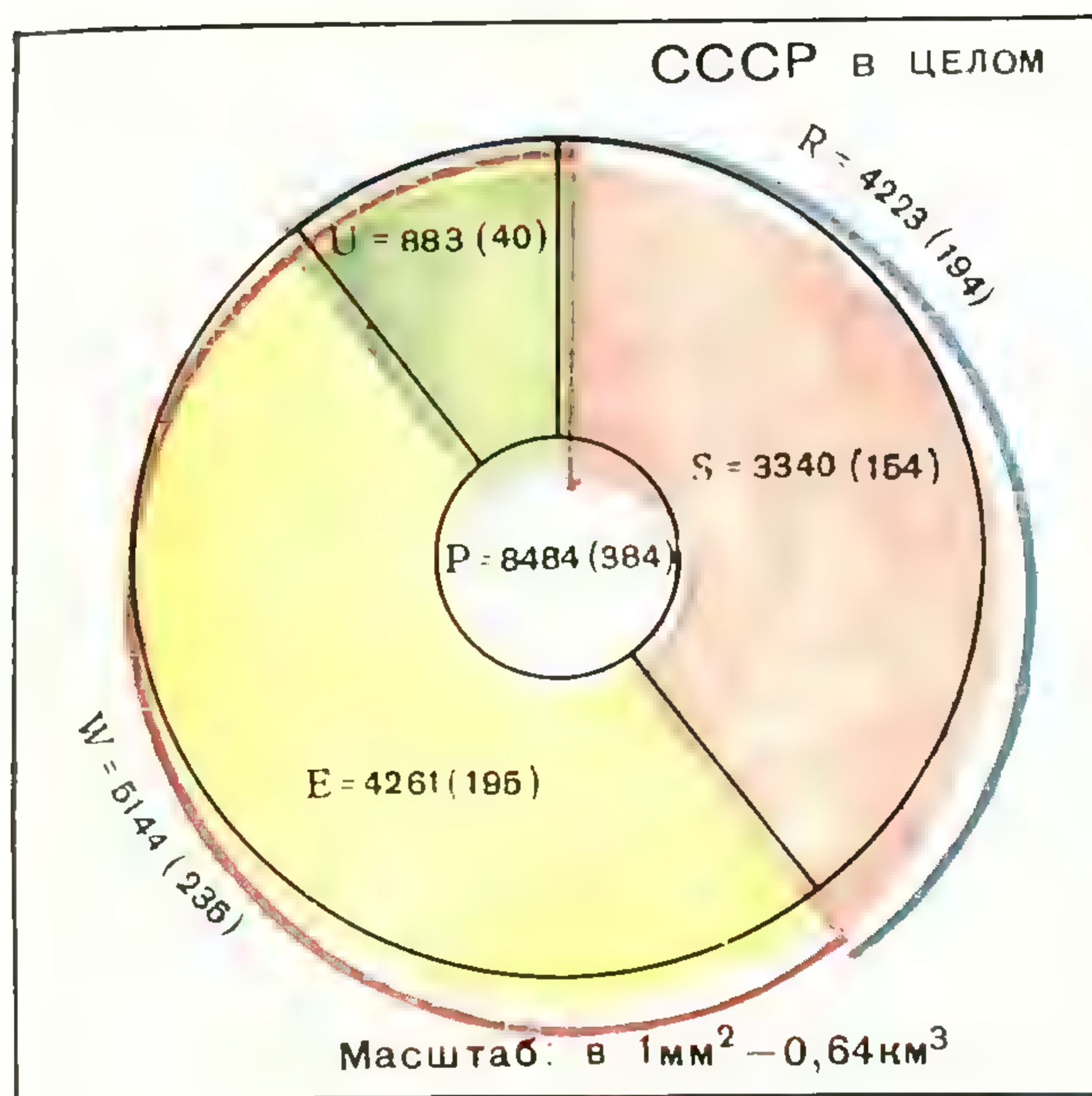
ПРИЧИНЫ НЕПОСТОЯНСТВА ВОДНОГО БАЛАНСА

Известно, что даже средние величины элементов водного баланса не остаются постоянными. Они непрерывно меняются под совместным влиянием естественных колебаний и деятельности человека. Поэтому перспективное водохозяйственное планирование не может строиться только на данных о современном водном балансе, а должно учитывать прогноз его изменений в будущем.

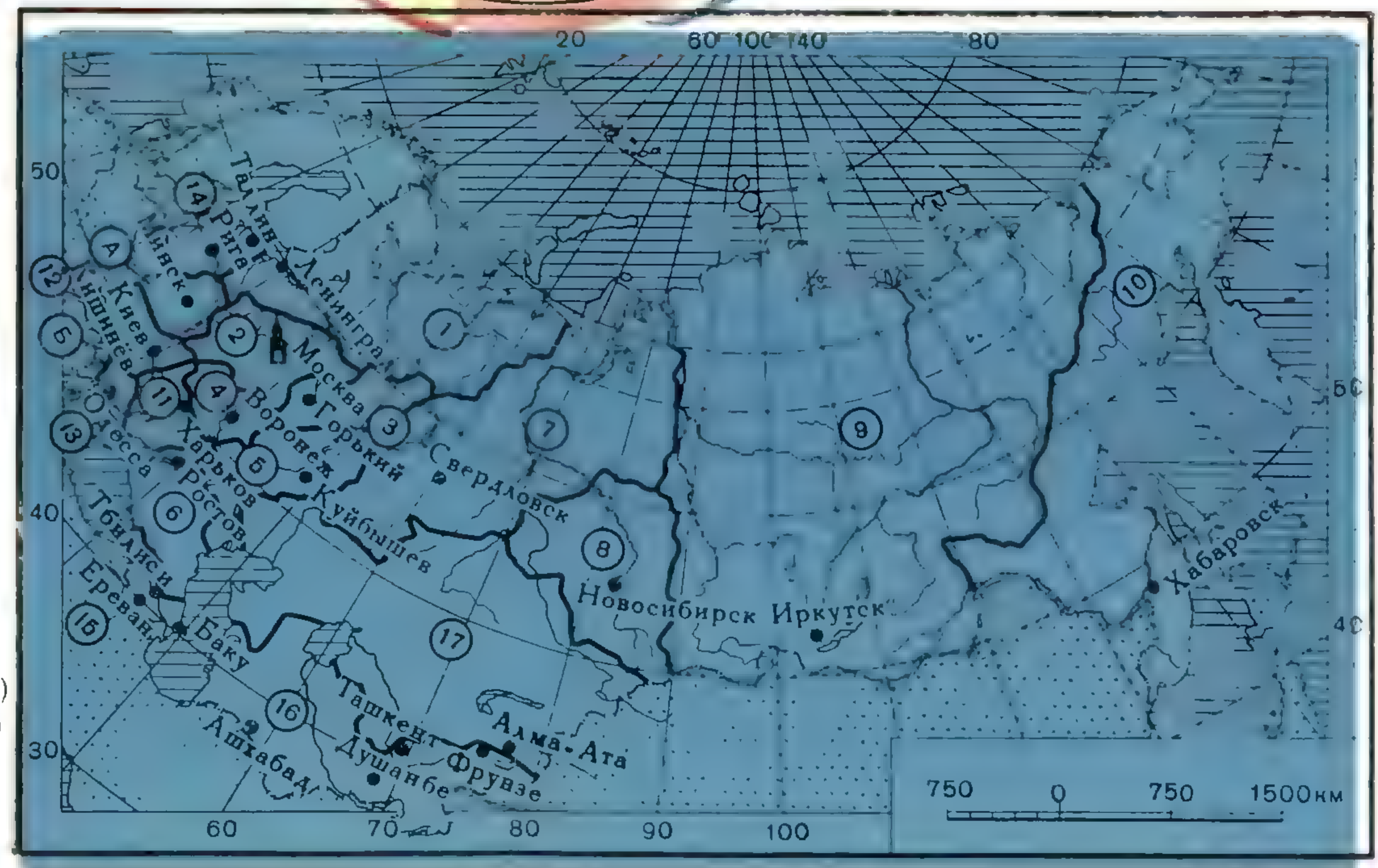
На первый взгляд естественные колебания водного баланса носят случайный характер. Однако исследования последних лет показали, что существуют многовековые ритмы этих колебаний. Если в дальнейшем выяснится, что размеры этих колебаний существенны в пределах нескольких десятилетий, то при перспективном планировании использования водных ресурсов возникнет необходимость их учета.

Значительно большие изменения в величинах отдельных элементов и всей структуре водного баланса происходят под влиянием хозяйственной деятельности человека. В отличие от естественных колебаний, они носят преимущественно ясно выраженную направленность. Их можно разделить на две большие группы. Во-первых, — это изменения, связанные с преобразованием гидрологического режима, направленным на регулирование речного стока, или забором воды из рек и озер для водоснабжения и орошения. Во-вторых, существенные преобразования водного баланса происходят под влиянием агро-лесо-гидромелиоративных мероприятий.

Регулирование паводочного стока рек обычно производится путем задержания вод в водохранилищах. Это позволяет не только вырабатывать гидроэнергию, но и более полно использовать воду для других хозяйственных нужд в маловодные периоды года. Влияние водохранилищ на водный баланс не ограничивается перераспределением речного стока, одновременно в них происходит и существенное увеличение ис-

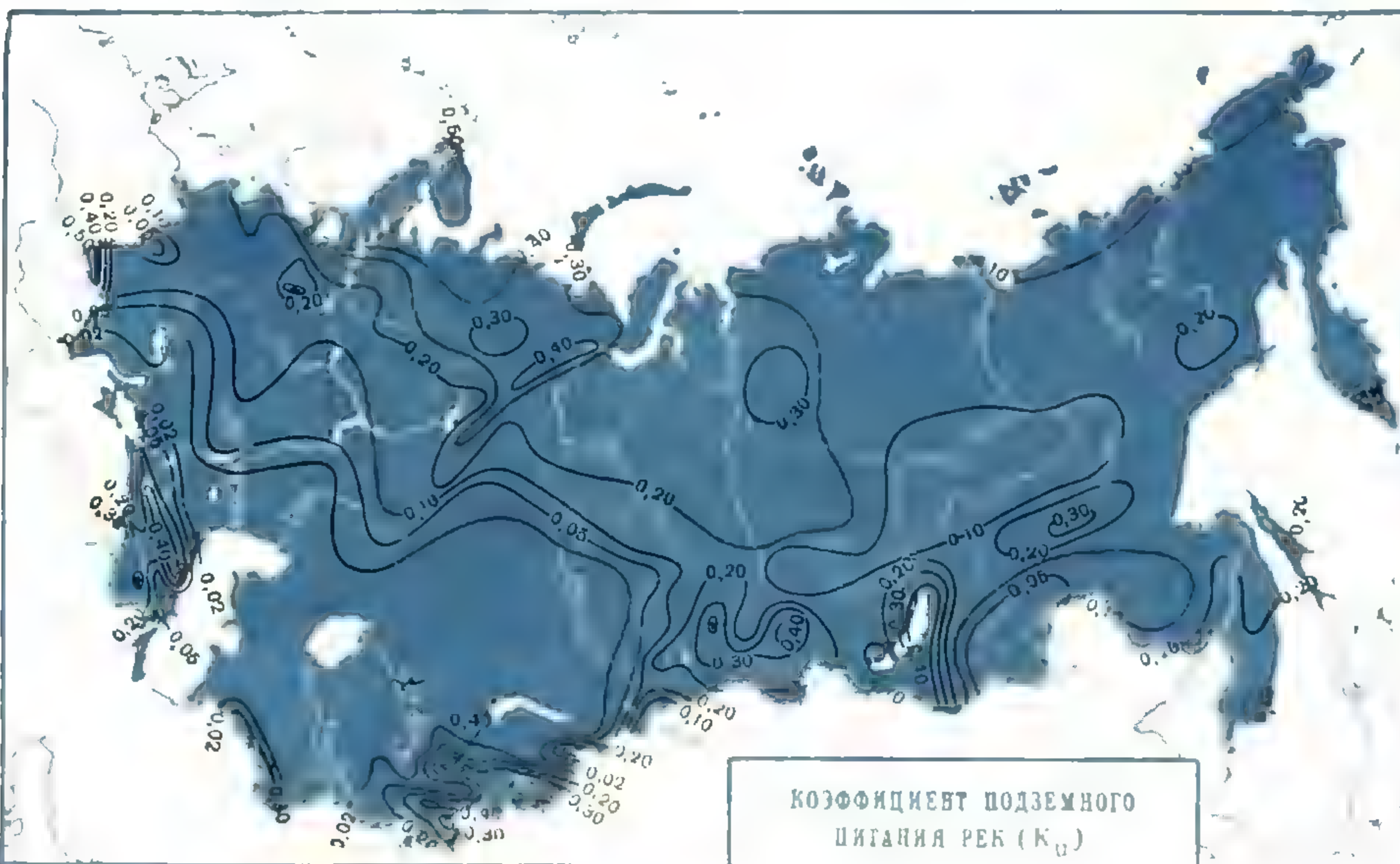
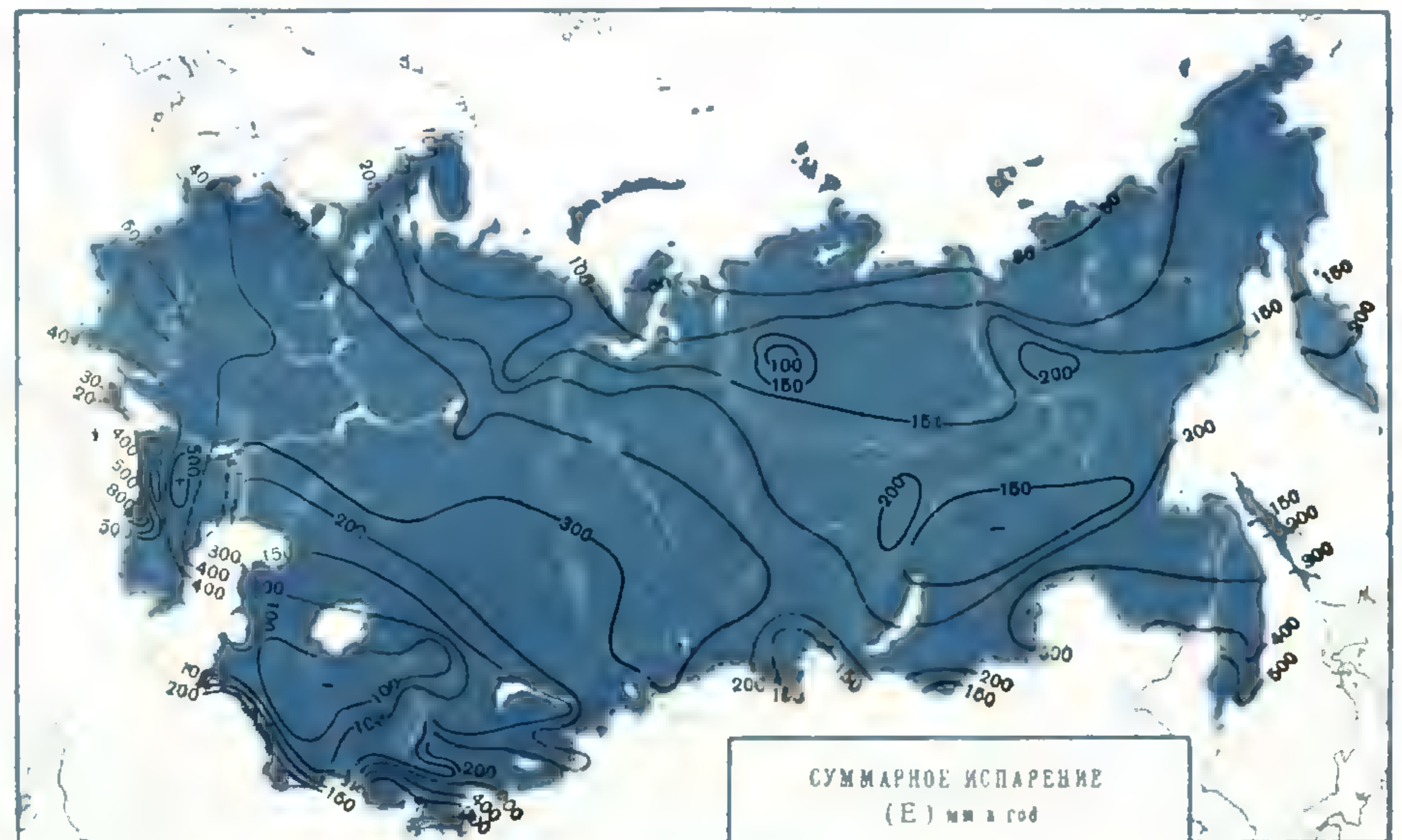
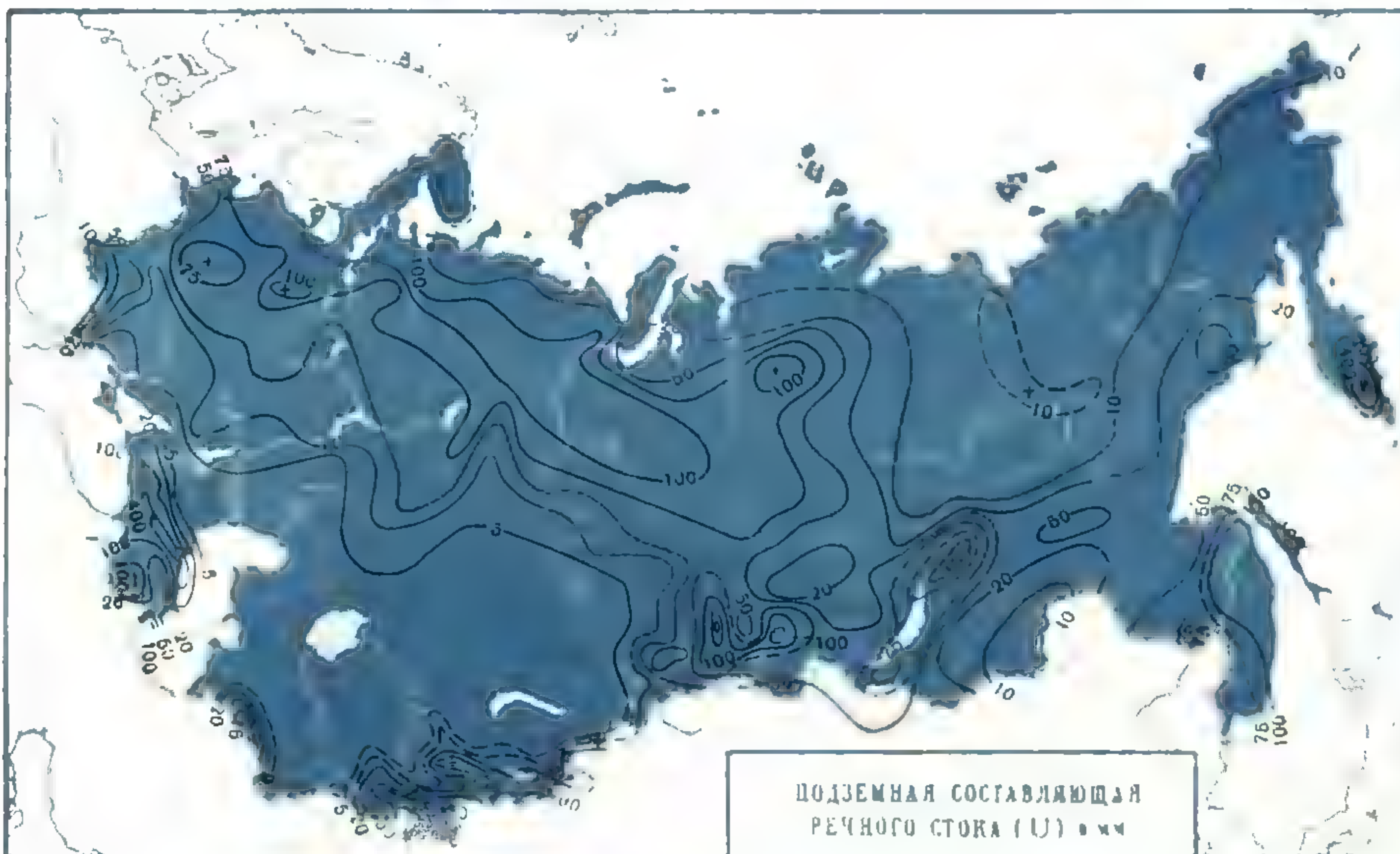
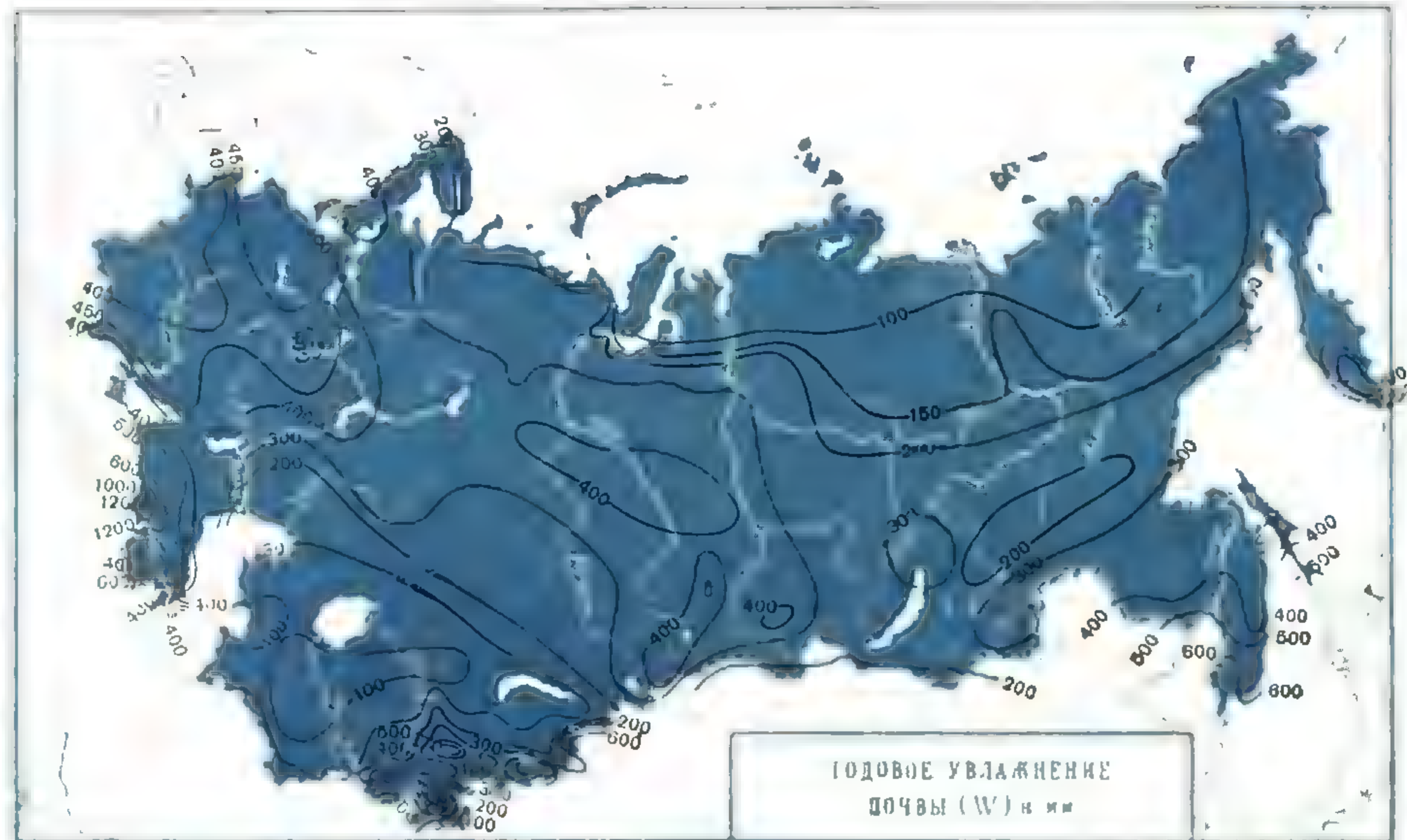
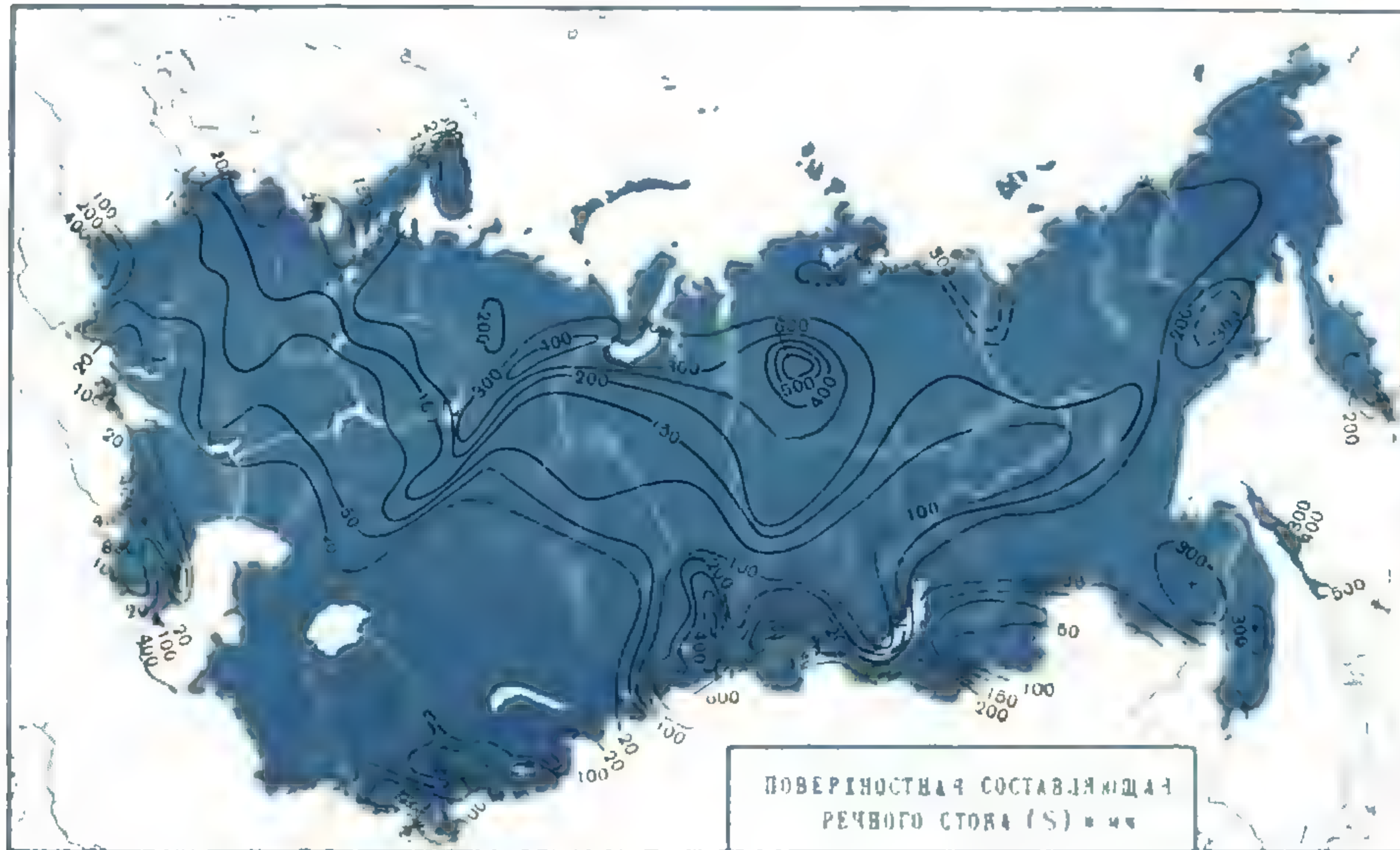


Масштаб: в 1мм² — 0,32км³



ВОДНЫЙ БАЛАНС И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ КРУПНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ.

Величины, выраженные в объемах (в км³), стоящие за буквенными обозначениями первыми, зависят от площади данного района, поэтому для оценки удельной водоносности и водособеспеченности территории данные об элементах водного баланса приведены также в виде слоя (в мм) — они стоят вторыми, в скобках



Карты поверхностной составляющей речного стока (S) в мм, подземной составляющей речного стока (U) в мм, коэффициента питания рек подземными водами $K = \frac{U}{W}$, годового увлажнения территории (W), в мм и суммарного испарения (E) в мм позволяют судить о связи этих элементов с общей географической зональностью; направление изолиний близко к границам природных зон. Практическая ценность этих карт в том, что они могут служить основой прогноза водного баланса и водохозяйственного планирования больших экономических районов (рабочий масштаб карт 1 : 10.000.000)

парения. Например, на каскаде волжских водохранилищ дополнительные потери на испарение достигают 5—6 км³ в год. Такие величины нельзя игнорировать. Уже сейчас площадь крупнейших водохранилищ составляет почти 100 тыс. км², а в ближайшие десятилетия возрастет в несколько раз.

Заметное влияние на структуру водного баланса оказывает также забор воды для снабжения промышленности и населения. Уже сейчас на водоснабжение и орошение расходуется приблизительно 150 км³ воды в год, а через 20 лет понадобится примерно 500—600 км³. Весьма существенная часть этих вод в ходе использования безвозвратно теряется на испарение или входит в состав продуктов производства.

Агрономические и мелиоративные мероприятия оказывают наиболее значительное влияние на водный баланс в районах развитого земледелия в зоне недостаточного и переменного увлажнения, прежде всего в пределах степи и лесостепи, отчасти в области распространения смешанных лесов.

Исследования последнего десятилетия показали, что характер и размеры влияния хозяйственной деятельности человека на водный баланс резко меняются в зависимости от общественных форм ведения сельского хозяйства. В прошлом, в результате первоначального освоения территории — сведения лесов и распашки целины при низком уровне земледелия, объем и интенсивность поверхностного (паводочного) стока увеличивались, а подземный сток в реки уменьшался. В целом, структура водного баланса и режим речного стока ухудшились: в межень реки все сильнее мелели, а во время паводков, которые становились все более бурными, увеличивался поверхностный сток, развивалась эрозия.

При социалистической системе земледелия картина резко изменилась: на водный режим благоприятно повлияли современные приемы агротехники, полезащитное лесоразведение и широкая механизация земледелия. Особенно эффективно на водном балансе сказалось широкое применение, начиная с 30-х годов, зяблевой пахоты. Если раньше весенний сток формировался на уплотненной почве стерни, то теперь он происходит на взрыхленной с осени почве, обладающей более высокой инфильтрационной способностью.

Экспериментальные исследования пока-

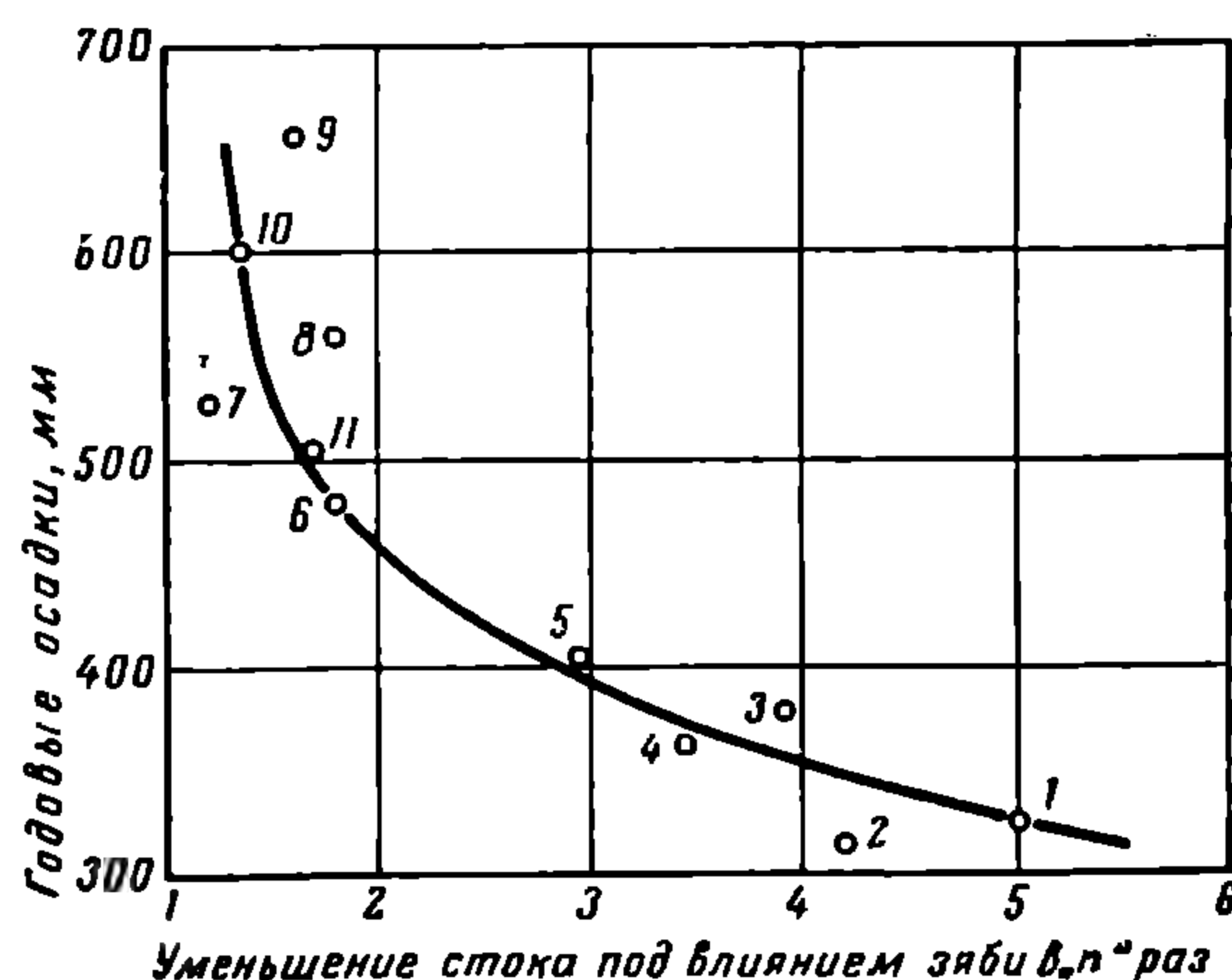


Рис. 4. Географическая закономерность уменьшения стока под влиянием зяблевой пахоты (для суглинистых почв)

зали, что поверхностный сток с зяби уменьшается, по сравнению со стоком с нераспаханных полей, в степи в 2—4 раза, в лесостепи в 1,5—2 раза (рис. 4). Еще больший эффект достигается при сочетании обычной зяблевой пахоты с такими методами обработки почвы, как глубокая отвальная и безотвальная пахота, бороздование и т. п., способствующими повышению инфильтрационной способности почвы, задержанию почвенной влаги и, как следствие, росту урожайности. Существенная гидрологическая роль принадлежит и удобрениям. Известно, что внесение в почву удобрений приводит к уменьшению поверхностного стока с полей по сравнению с неудобренными в среднем в 1,5 раза.

Снегозадержание, в сочетании с передовыми приемами обработки почвы, также приводит к увеличению годового увлажнения почвы и уменьшению доли поверхностного стока.

Значительные изменения в структуру и размеры отдельных элементов водного баланса вносят полезащитное лесоразведение, орошение и осушение.

Таким образом, в настоящее время агролесогидромелиорации, создающие условия для получения высоких и устойчивых урожаев, приводят к значительным изменениям водного баланса территории: прежде всего усиливается увлажнение почвы и суммарное испарение, снижается паводочный речной сток при некотором увеличении питания рек подземными водами и уменьшении пол-

ного стока. Такое преобразование выгодно для сельского хозяйства, так как растут ресурсы почвенной влаги. В то же время водное хозяйство, теряя менее ценную часть речного стока (поверхностную, паводочную), получает выгоду от увеличения подземного питания и, следовательно, меженного стока.

Все рассмотренные виды преобразования водного баланса, как правило, лишь побочный результат прогрессивного развития сельского и отчасти лесного хозяйства. Совершенно очевидно, что наряду с этим в перспективе следует добиваться управления водным балансом территории в интересах не только сельского, но и водного хозяйства. В большинстве случаев их интересы совпадают, ибо, борясь за повышение продуктивности пашни, лугов и лесов, человек одновременно производит улучшение структуры водного баланса.

Итак, регулирование речного стока, необходимое для планового ведения водного хозяйства, может быть достигнуто, с одной стороны, путем создания водохранилищ, с другой — почвенно-мелиоративными приемами, приводящими к усилению питания рек подземными водами. Однако в будущем этих мероприятий может оказаться недостаточно и тогда надо будет привлечь различные физико-химические методы, способные значительно увеличить водопроницаемость почво-грунтов выше уровня подземных вод.

ВОЗМОЖЕН ЛИ ПРОГНОЗ?

Как уже было сказано, агрономические и ряд других мер решают проблему обеспечения полей влагой. В большинстве земледельческих районов страны неурожаи отдельных лет связаны именно с недостатком влаги. Увеличение урожая на один центнер с гектара требует примерно 100 м^3 дополнительного расхода воды.

Еще лет тридцать тому назад известный гидролог Б. В. Поляков, учитывая, что повышение продуктивности земледелия должно привести к росту расходования воды растениями за счет поверхностного стока, в своих расчетах при проектировании орошения в Заволжье и Волго-Донского оросительного канала пришел к выводу, что величина стока уменьшится на 10—15% от наблюдаемого. Ориентируясь на план полезащитного лесоразведения 1948 г., ожидае-

мое изменение речного стока было оценено в среднем для всей территории в 14%; для рек бассейна Дона 6—20, Днепра — 7, Волги — 2%¹. Немецкий гидролог Х. Кальвейт, сопоставляя данные многолетних наблюдений над уровнями воды, урожайностью и атмосферными осадками, оценивает уменьшение стока р. Заале в 16%. Х. Ширмер подсчитал, что для полного удовлетворения потребностей ГДР в продуктах земледелия потребовалось бы такое дополнительное количество воды на расширение их производства, при котором годовой сток рек всей страны уменьшился бы на 40 мм. Польские гидрологи Т. Дубровин и С. Рогинский установили, что сток р. Нотец в сравнении с десятилетием 1883—1892 гг. уменьшился на 38%.

Все эти примеры наглядно свидетельствуют о том, что между продуктивностью сельского хозяйства и речными водными ресурсами существует тесная связь: с повышением урожайности растет расход почвенной влаги, а речной сток уменьшается (существенно уменьшается паводочный сток, подземный — несколько увеличивается).

В ближайшее двадцатилетие урожай зерновых культур в нашей стране должен быть удвоен и валовой сбор сельскохозяйственных продуктов увеличится в 3—3,5 раза. При этом речь идет не только о росте размеров урожая, но и о значительном снижении его колебаний от года к году, что может быть обеспечено лишь резким уменьшением, а впоследствии сведением к минимуму зависимости сельского хозяйства от стихии. Такой результат может быть достигнут после проведения всего комплекса агро-лесо-гидромелиоративных мероприятий, о характере влияния которых на водный баланс мы рассказали.

Исходя из этого, ориентировочно подсчитаны возможные изменения водного баланса Дона и некоторых его притоков к 1975—1980 гг. Оказалось, что можно ожидать уменьшения паводочного стока рек на 35—50%, полного стока — на 28—42 и увеличения его подземной составляющей на 10—20%. Ресурсы почвенной влаги и испарение могут увеличиваться за счет задержания снега и поверхностного стока для всей территории на 7—12%, а на площади пашни на 15—20%.

¹ Подобные подсчеты были проведены и для других речных бассейнов.

Преобразование водного баланса всего бассейна Дона (до Мелеховской) на площади в 378 400 км² характеризуется следующими, выраженными в кубических километрах величинами (см. таблицу).

Т а б л и ц а

	Осадки	Сток			Валовое увлажнение	Испарение
		полный	поверхностный	подземный		
Водный баланс по данным до 1950 г.	167	29,5	22,7	6,8	144	137
Водный баланс на 1975—1980 гг.	170	21,2	13,6	7,6	156	149
Разность	+3	—8,3	—9,1	+0,8	+12	+12

КАЧЕСТВО ВОД

В условиях роста потребления воды на нужды орошения, городского хозяйства, промышленности особое значение приобретает проблема ее качества. Воды в реках может быть вполне достаточно, но если она загрязнена, то ее использование для водоснабжения, культурно-гигиенических целей уже невозможно. Не будет в такой реке жить и рыба. Существующие приемы очистки сточных вод, на которые ориентируется водное хозяйство, не обеспечивают охраны рек от загрязнения. Даже наиболее совершенные биологические методы не могут полностью освободить сточные воды от разных примесей.

Чтобы «очищенная» вода (содержащая еще до 5—20% наиболее стойких и вредных примесей) могла быть повторно использована для водоснабжения, ее надо разбавить чистой водой — в среднем в 6—10 раз, а в отдельных случаях для особенно трудно очищаемых сточных вод даже в 20—50 раз.

В ряде районов запасов чистых речных вод уже теперь недостаточно для разбавления сбрасываемых в реки сточных вод. В наиболее экономически развитых районах, где рек мало, может наступить время, когда их воды будут почти целиком состоять хотя и из очищенных, но неразбавленных естественной водой канализационных вод. Об их повторном использовании не может быть и речи. Об этом свидетельствует опыт зарубежных стран, где широко применяется ис-

кусственная очистка сточных вод. Так, в США даже после осуществления, в основном, программы очистки канализационных вод использование поверхностных вод, из-за их недоброкачества настолько затруднено, что ищутся новые источники водных ресурсов, вплоть до транспортировки айсбергов из районов Гренландии и опреснения вод океана.

Такое развитие водного хозяйства, при котором сначала истощаются и загрязняются водные богатства суши, а затем уже приходится искать далекие источники этих ресурсов нельзя считать разумным. Печальный опыт зарубежных стран должен быть учтен при составлении наших перспективных водохозяйственных балансов.

Основной путь решения проблемы качества речных вод заключается в прекращении сброса каких бы то ни было, очищенных или неочищенных сточных вод в реки. Это возможно при условии использования бытовых канализационных вод для орошения полей и перевода промышленных предприятий на замкнутое оборотное водоснабжение. Такая задача должна быть поставлена перед всеми, кто пользуются водными ресурсами, и меры, необходимые для ее решения, должны быть непременно запланированы.

* * *

Итак, результаты исследований современного и будущего водного баланса отдельных районов показали, что в условиях недостаточного увлажнения при перспективном планировании водного хозяйства надо исходить из двух основных положений.

Во-первых, необходимо учитывать преобразования естественного водного баланса, которые уже осуществлены и в еще большем масштабе произойдут в течение ближайшего двадцатилетия, особенно в связи с мерами по повышению продуктивности сельского хозяйства.

Во-вторых, необходимо ориентироваться на полное прекращение сброса даже очищенных сточных вод в реки и водоемы, как единственный путь к сохранению хорошего качества речных вод.

Чтобы избежать возможных нежелательных перемен в водном балансе страны, нужны строго запланированные, всесторонне обоснованные и последовательно проводимые меры по рациональному использованию и охране водных ресурсов.

НИЛЬС БОР И СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА

ПАМЯТИ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО

Академик И. Е. Тамм

Нильс Бор и Альберт Эйнштейн — это, несомненно, два величайших физика XX в. Бор не только был основателем квантовой теории, которая открыла человечеству путь к познанию нового мира — мира атомов и элементарных частиц — и тем самым проложила путь в атомный век и позволила овладеть атомной энергией. Труды Бора, наряду с работами Эйнштейна, оказали решающее влияние не только на физику нашего века, но и на современное научное мировоззрение в целом.

Ведь именно торжество теории относительности и теории квантов, основателями которых были Эйнштейн и Бор, на блестящих примерах продемонстрировало общие закономерности развития научного познания. Так как наши знания не априорны, а вытекают из анализа и обобщения всего человеческого опыта, то всякое проникание человека в новую, ранее неизведанную область явлений с неизбежностью влечет за собой необходимость коренного пересмотра и обобщения самых основных наших понятий и представлений даже таких, как время, пространство, как само понятие физической закономерности.

Это, конечно, отнюдь не означает, что каждый новый этап развития науки отмечает все прежнее. Все дело в том, что с каждым новым шагом выявляются границы применимости тех понятий и тех законов, которые ранее считались универсальными, и вскрываются закономерности более общего характера. Требования к каждой новой теории становятся все более жесткими — ведь она не только должна объяснять вновь открытые факты, но и включать в себя в качестве частного случая все ранее открытые закономерности, указывая точные гра-



Нильс Бор. Москва. Май 1961 г.
Фото Л. Сухова (ФИАН)

ницы их применимости. Так, все основы классической физики содержатся в более общих законах теории относительности и теории квантов, из которых они вытекают в условиях, когда скорости тел малы по сравнению со скоростью света, а пространственно-временные масштабы явлений и массы тел таковы, что так называемое действие велико по сравнению с квантовой постоянной h .

Однако еще в начале нашего века были широко распространены воззрения, что незыблемые и нерушимые основы науки уже созданы. Такой крупный физик как лорд Кельвин (В. Томсон) в речи, произнесенной по случаю наступления нового, двадцатого века, сожалел о последующих поколениях физиков, которым остались лишь сравнительно мелкие доделки в воздвигнутом уже и в основном завершенном здании науки. Правда, в этой речи Кельвин проявил и необычайную провидательность, сказав, что на чистом и ясном небосводе физики осталось только два «облачка»: одно, связанное с опытом Майкельсона, другое — с излучением черного тела и законом Планка. Как известно, именно из этих «облачков» и возникли теория относительности и квантовая теория и в свою очередь именно благодаря торжеству этих теорий воззрения,

типа высказанных в начале века даже таким крупным ученым, как Кельвин, в настоящее время встречаются только среди ретроградов (которых, впрочем, и сейчас не так уже мало). Именно благодаря этому мы подходим ныне без предубеждений, а, наоборот, с энтузиазмом к н о в о м у, пока еще только намечающемуся этапу развития физической теории, необходимость в котором выявилась при изучении свойств и взаимодействий элементарных частиц высоких энергий и который по своей новизне и фундаментальности, несомненно, будет сравним с теорией относительности и квантовой теорией.

Этим отношением к новому, пониманием того, что идя вперед, мы должны менять многое в самых основах наших воззрений, мы обязаны в значительной степени трудам Нильса Бора.

Такая эволюция физики оказала большое влияние и на другие отрасли естествознания. И можно только присоединиться к мечтаниям видного немецкого физико-химика Хавемана (ГДР) о том времени, когда и философы будут почитать величайшим счастьем для себя появление новых открытий, противоречащих самым основным нашим понятиям и представлениям.

Вся жизнь—в поисках нового

Но перейдем к более конкретным вещам. В 1912 г. двадцатилетний Нильс Бор после окончания Копенгагенского университета работает в Манчестере у Резерфорда, которого он считал своим учителем и высоко ценил как человека и ученого. С этого времени проблемы атома и атомного ядра стали основным интересом Бора, сохранившимся до конца его жизни.

До последнего времени было недостаточно известно, что именно молодой Бор впервые или, во всяком случае, независимо ни

от кого, со всей определенностью сформулировал такое основное понятие, как понятие атомного номера элемента, понял, что величина заряда ядра определяет строение его электронной оболочки и что сходство химических свойств изотопов обусловлено одинаковостью заряда их ядер, и осмыслил закон радиоактивного смещения ядер при α - и β -распаде. Тот же интерес к атомному ядру привел его через 24 года (в 1936 г.) к созданию представления о компаунд-ядре, образуемом при захвате ядром нейтрона, к представлению, которое играет столь фундаментальную роль во всей нейтронной физике.

Первая знаменитая работа Бора, в которой сформулированы основы его теории, относится к 1913 г. В ней был не только объяснен спектр водорода, но и спектр ионизированного гелия. Весьма интересно, что хотя спектр ионизированного гелия и наблюдался ранее Пикерингом в спектрах звезд, а Фаулером — в спектре электрического разряда в смеси водорода и гелия, однако он приписывался не гелию, а водороду. Это недоразумение было разрешено только опытами Ивенса (Evans), который под непо-

средственным влиянием Бора стал изучать электрический разряд в чистом гелии. Но при этом, как рассказал Бор в лекции, посвященной памяти Резерфорда, возникла драматическая ситуация: оказалось, что формула Бора для спектра водорода не дает при замене в ней заряда ядра с 1 на 2 точного совпадения со спектром ионизированного гелия. Однако Бор вскоре объяснил это расхождение, указав на необходимость учитывать движение ядра, что сводится к тому, что в его формулу нужно вставлять не массу m свободного электрона, а его приведенную массу

$\frac{mM}{(m+M)}$ (где M масса ядра), которая имеет

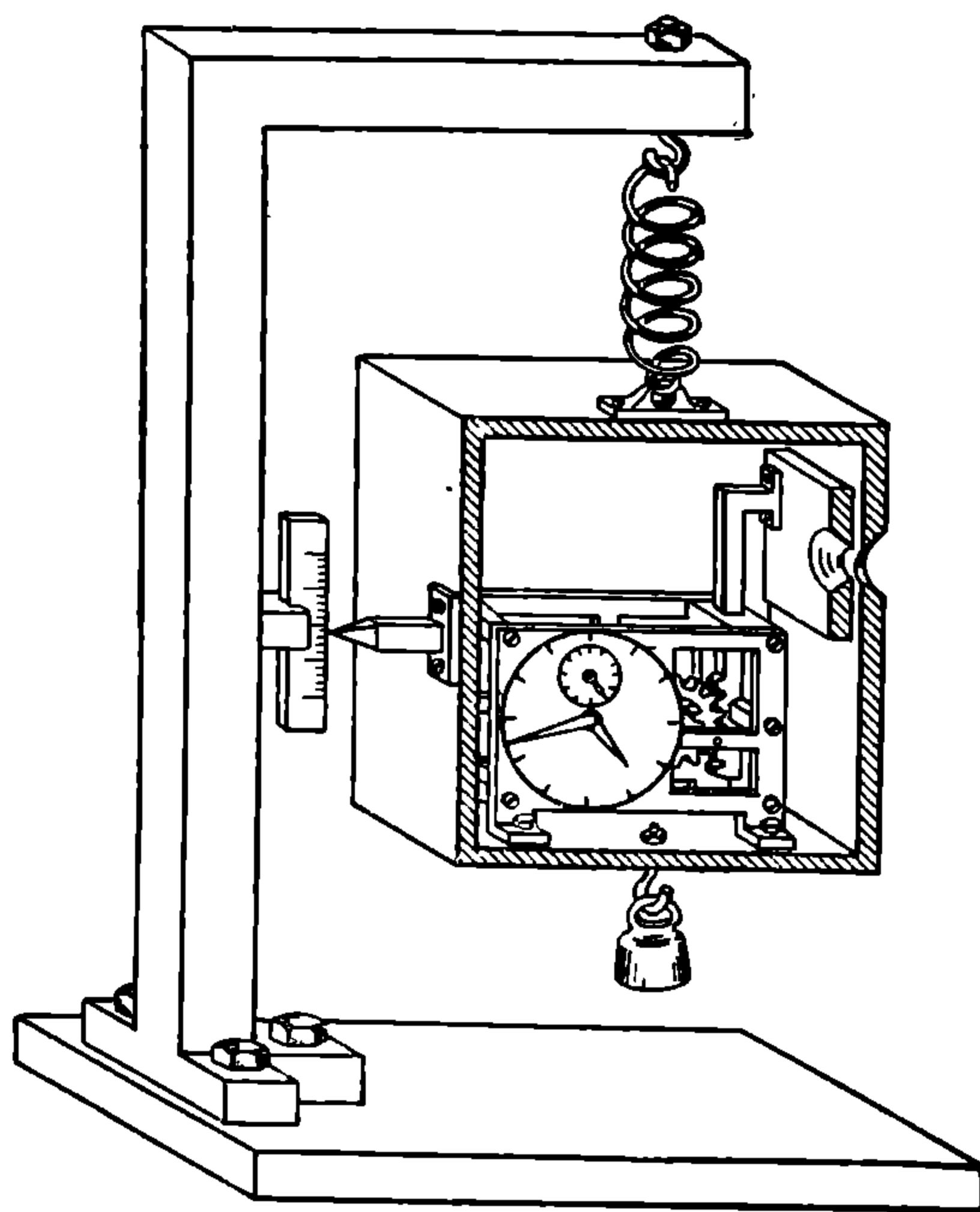


Схема одного из мысленных опытов, предлагавшихся А. Эйнштейном, с целью опровержения квантовой механики



Нильс Бор беседует с советскими учеными в Физическом институте АН СССР. Май 1961 г.

Фото Л. Сухова

различные значения для водорода и для гелия.

Бор с самого начала осознавал всю значимость его квантовых постулатов. Уже в 1913 г. в одном из своих докладов он сказал: «Я надеюсь, что говорил достаточно ясно для того, чтобы вы поняли, насколько сильно приведенные рассуждения отклоняются от той замечательно последовательной системы понятий, которую по праву называют классической электродинамической теорией... Я пытался дать вам почувствовать, что со временем все-таки можно будет привести новые понятия в какую-то систему».

Всем известно, что боровская теория положила путь к созданию последовательной квантовой механики. Однако не всем ясна вся значимость роли Бора в этом дальнейшем развитии его идей. Она двойка.

Никак нельзя переоценить, во-первых, непосредственного решающего влияние Бора на новое творческое поколение теоретиков и, во-вторых, всей значимости данного им глубокого анализа принципиальных основ теории.

Что касается первой стороны дела, то в течение многих лет большинство крупнейших молодых теоретиков того времени: Гейзенберг, Паули, Дирак, Ландау, Пайерлс, Клейн, Крамерс, Блок, Вейскопф и многие другие регулярно собирались в Копенгагене для творческих дискуссий, проходивших под сильнейшим влиянием Бора.

Мне хочется напомнить, что когда Бор был в последний раз в Советском Союзе в мае 1961 г., то после его доклада на семинаре у П. Л. Капицы Л. Д. Ландау задал ему вопрос: «Каким вы обладали секретом, который позволил Вам в такой степени концентрировать вокруг себя творческую теоретическую молодежь?». На это Бор ответил: «Никакого особого секрета не было, разве только то, что мы не боялись показаться глупыми перед молодежью».

Это очень характерное высказывание Бора,

остро ненавидевшего всяческое чванство, зазнайство, высокомерие и отличающегося поразительной скромностью. Вместе с тем, действительно, никакая дискуссия не может быть плодотворной, если ее участники боятся задавать вопросы, которые могут обнаружить пробелы в их осведомленности, и показаться «глупыми».

Что касается анализа основ теории, то хотя основное для квантовой механики соотношение неопределенности было впервые сформулировано Гейзенбергом в 1927 г., однако законченная формулировка этого соотношения — принципа дополнительности, исчерпывающий анализ его физического содержания, анализ возможностей измерения и наблюдения микрообъектов, взаимная исключаемость постановки опытов, в которых измеряются такие дополняющие друг друга величины, как, например, импульс и координата или время и энергия, — всем этим мы обязаны Бору.

В этой связи интересно отметить, что Бор всегда особенно подчеркивал ту роль, какую сыграло в развитии основ квантовой механики скептическое отношение к ней Эйнштейна. В частности, Бор очень подробно писал об этом в сборнике статей, посвященных Эйнштейну¹. Он подчеркивает, что

¹ Статья эта, относящаяся к 1949 г., напечатана также в «Успехах физических наук», т. 66, 1958, стр. 571 и в сборнике статей Н. Бора «Атомная физика и человеческое познание», ИЛ, 1961.

самому Эйнштейну принадлежат фундаментальные идеи, сыгравшие очень большую роль в развитии квантовой теории: теория фотоэффекта, в которой впервые было введено понятие световых квантов (1905), теория излучения и поглощения света, включающая рассмотрение как спонтанного, так и вынужденного излучения (1918) и т. д. Тем не менее до конца своих дней Эйнштейн не мог примириться со статистическим характером квантовых закономерностей, считая, что недетерминистическое, квантовое описание явлений не может быть полным, исчерпывающим и окончательным. Характерно, что когда Эйнштейн ознакомился с первой работой Бора 1913 г., то, как сообщил Бору Хэвзи, Эйнштейн сказал: «Такую работу, может быть, мог бы сделать и я сам, но если она правильна, то это означает конец физики как науки».

К сожалению, не так уж редки случаи, когда даже подлинно гениальные ученые с какого-то момента своей жизни уже больше не принимают нового. Вспомните Фарадея, который, находясь под влиянием шеллингианской философии, учившей, что все сущее едино, всю жизнь искал взаимосвязи различных физичес-

ких явлений. Так, в поисках связи между светом и магнетизмом он открыл эффект Фарадея (вращение плоскости поляризации света в намагниченных телах). Он ставил эксперименты, оставшиеся, правда, безуспешными, чтобы обнаружить связь между тяготением и электричеством. Больше того, он писал, что «различные формы, в которых проявляются силы материи, ... как бы могут превращаться друг в друга, и существуют эквиваленты их действия». И вот, наконец, был открыт фактически предвиденный Фарадеем закон сохранения энергии, и Фарадей познакомился со знаменитым мемуаром Гельмгольца «О сохранении силы». Но Фарадей не смог разобраться в том, что под словом сила понималось тогда и то, что мы теперь называем силой, и то, что мы называем работой; он отверг закон сохранения энергии, потому что, как он писал в своем дневнике: «Как можно говорить о сохранении силы, если она меняется в 4 раза, когда расстояние меняется в два раза».

Такого с Бором никогда не случилось. До самого конца своих дней он интересовался новым, искал новое. Еще около четырех лет назад в Принстоне на докладе Паули,



Академик Д. В. Скобельцын, Г. Б. Жданов, Е. Л. Файнберг и И. В. Штрених показывают Бору и его сыну О. Бору (оба на переднем плане) лабораторию атомного ядра Физического института АН СССР

Фото Л. Сухова

излагавшего основы новой теории Гейзенберга, пытавшегося при помощи единого спинорного поля объяснить свойства всех элементарных частиц, Бор высказался следующим образом: «Для подлинно новой теории теория Гейзенберга недостаточно сумасшедшая!» (not crazy enough).

Конечно, это высказывание надо понимать так, что подлинно новая теория бывает, как правило, «сумасшедшей» не в смысле своей нелогичности, непоследовательности или внутренней противоречивости, а в смысле ее непривычности, новизны и кажущейся парадоксальности.

ДИСКУССИИ С ЭЙНШТЕЙНОМ

Вернемся, однако, к тому, что говорил Бор о дискуссиях с Эйнштейном, о его скептическом отношении к квантовой механике, которое так способствовало прояснению ее основных понятий.

В течение ряда лет Эйнштейн выступал с изложением разного рода «парадоксов», которые, по его мнению, доказывали несостоятельность квантовой механики. Именно анализ этих парадоксов, как говорит Бор, и помог существенно выяснению основ теории.

Вот как, например, Эйнштейн пытался опровергнуть утверждение, что нельзя одновременно точно фиксировать время и энергию. Он предлагал воспользоваться законом эквивалентности энергии и массы и провести такой мысленный эксперимент. Рассмотрим закрытый ящик, в котором находится свет (фотоны) и точные часы, в заданный момент открывающие отверстие в ящике на такой короткий промежуток времени, за который из него может вылететь только один фотон. Таким образом, момент вылета фотона из ящика точно известен. Вместе с тем, если ящик подвешен в поле тяжести на пружине, то по его смещению можно определить изменение его полной массы, вызванное вылетом фотона, откуда точно определяется энергия этого фотона.

Ошибочность этого рассуждения заключается в том, что в нем не учтено изменение хода времени (или хода часов) при смещении системы отсчета (т. е. ящика с часами в поле тяжести). Напомню, что эта зависимость хода времени от поля тяготения проявляется в известном смещении к красному концу спектра излучения тел большой массы (Солнца и звезд). В данном случае, как показал

Бор, зависимость хода часов от их положения в поле тяжести вносит неопределенность в их показания, вполне соответствующую принципам квантовой механики, так что «парадокс» Эйнштейна полностью разрешается.

Хотел бы в этой связи заметить, что в это самое время Л. И. Мандельштам тоже очень интересовался «парадоксами» Эйнштейна. Как только появлялась статья Эйнштейна с очередным парадоксом, он сразу же ее изучал и уже через несколько дней в частной беседе разъяснял содержащуюся в ней ошибку рассуждения.

Я и другие товарищи говорили ему: «Почему Вы это не опубликуете?». Он отвечал: «Эйнштейн такой крупный человек, что все эти соображения должны быть ему известны. Вероятно, что-то существенное в его рассуждениях ускользает от меня». Проходило некоторое время, и появлялась работа Бора, точно соответствовавшая тому, что говорил Л. И. Мандельштам. Я рассказываю об этом не к умалению Бора, а к возвеличению Леонида Исааковича.

В последнее посещение Бором СССР мы много разговаривали с ним в дружеской обстановке в ФИАНе¹. Он, в частности, рассказывал нам, что во время одной из первых его встреч-дискуссий с Эйнштейном примерно в 1920 г. Эйнштейн в конце концов задал ему вопрос: «Скажите, что же такое свет?» Бор ему ответил: «Обратитесь к немецкому правительству и пусть оно либо издаст постановление, что свет — это волна, и запретит пользоваться фотоэлементами, или же, что свет — это корпускулы, и тогда запретит пользоваться дифракционными решетками».

Эти споры теперь уже в прошлом. Правда, встречаются еще отголоски таких рассуждений у де Бройля, Бома и др. Однако совершенно ясно, в основном благодаря анализу Бора, что механистический детерминизм классической физики несовместим с многогранностью и вместе с тем с целостностью реальных объектов; что и электроны и свет в одно и то же время и корпускулы и волны, т. е. обладают свойствами, совершенно несовместимыми, с точки зрения классической физики. Хотя с релятивистской квантовой механикой пока еще во многих отношениях дело обстоит неблагоприятно и мы лишь

¹ Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР.

надеемся, что в обозримом будущем новые идеи исправят существующее положение, однако нерелятивистская квантовая механика представляет собой вполне последовательную, логически стройную теорию, своей законченностью не уступающую, а может быть, и превосходящую механику Ньютона. И этим в основном мы обязаны Бору.

Долгое время у нас говорили о копенгагенской школе, о копенгагенской интерпретации квантовой теории, наконец, о том, что Бор в последнее время изменил свою первоначальную точку зрения. Несомненно, что не существует сколько-нибудь правомерных интерпретаций квантовой теории, отличных от так называемой копенгагенской. Что же касается последнего вопроса, то в ФИАНе мы его задали Бору, и он с полной определенностью и четкостью сказал: «Я не менял в своих взглядах ни единого слога (*not a single syllable*). Просто некоторые нас раньше не понимали, а потом поняли и согласились».

При этом надо отметить, что Бор отнюдь не упорствовал в своих взглядах, если возникали основания для их пересмотра. Для иллюстрации этого обратимся к биологии.

ИНТЕРЕС К БИОЛОГИИ

Бор всегда очень интересовался биологией, не раз писал о применении принципов неопределенности и дополнительности к биологии. В этой связи он указывал, например, на то, что если при изучении психических явлений вы начнете анализировать свои собственные ощущения и эмоции, то тем самым вы неизбежно их видоизмените.

Но сейчас нас непосредственно интересует то, что у Бора произошла очень интересная эволюция взглядов на природу жизни. Я процитирую его высказывания, относящиеся к 1937 г.

«Мы вынуждены принять, что собственно биологические закономерности представляют



Нильс Бор беседует с академиком И. Е. Таммом и академиком В. И. Векслером

Фото Л. Сухова

законы природы, дополнительные к тем, которые пригодны для объяснения свойств неодушевленных тел. В этом смысле существование самой жизни следует рассматривать как в отношении ее определения, так и наблюдения, как основной постулат биологии, не поддающийся дальнейшему анализу».

Но вот в 1959 г. Бор пишет следующее: «Совсем новые перспективы постепенного разъяснения биологических закономерностей на основе прочно установленных принципов атомной физики появились за последние годы. Это произошло благодаря открытию поразительно устойчивых структур специального назначения, несущих генетическую информацию, а также благодаря все более полному проникновению в процессы, которыми эта информация передается. Таким образом, у нас нет причин ожидать какого-либо внутреннего ограничения для применимости элементарных физических и химических понятий к анализу биологических явлений».

НЕПРЕКЛОННЫЙ БОРЕЦ ЗА МИР

В заключение несколько слов об общественных взглядах и личном обаянии Нильса Бора. Начну с одного воспоминания, глубоко врезавшегося в мою память.

В 1934 г., когда Бор впервые посетил Советский Союз, мне посчастливилось довольно много с ним общаться. Мы были в Харькове у Ландау и я возвращался вместе с Бором и его женой в Москву. Как-то вече-



Академики А. Н. Несмеянов, Н. Бор, М. Д. Ландау и А. И. Алиханов на приеме, устроенном Академией наук СССР в честь почетного гостя

Фото Л. Сухова

ром в поезде мы разговорились в частности о встречавшихся тогда высказываниях, отвергавших возможность нашего сотрудничества с социал-демократами в едином фронте против реакции.

По этому поводу Бор с большой страстью сказал:

— Ну как люди не понимают, что самая главная опасность для человечества сейчас — это Гитлер и фашистская Германия. Это та угроза, против которой должны сплотиться все — от коммунистов и социалистов до радикалов и либералов.

Только через несколько лет я осознал всю глубину его прозорливости.

Известно, что во время войны Бор некоторое время находился в Дании, когда она была оккупирована гитлеровскими войсками. В свой последний приезд в 1961 г. Бор поделился с нами в ФИАНе двумя интересными воспоминаниями об этом периоде. Он рассказал, как один из его видных учеников-физиков специально приезжал из Германии в Копенгаген, когда войска Гитлера стояли под Москвой, уговаривать его, чтобы он, Бор, не придерживался такой непримиримой к фашизму позиции, потому что, мол, все равно победа фашизма на земном

шаре обеспечена и что физикам нужно как-то проявить свою полезность в деле достижения победы, ибо только так они смогут обеспечить свое положение в будущем гитлеровском рейхе. По словам Бора, это был очень хороший человек, который, однако, впоследствии забыл обо всем этом, и Бор закончил замечательными словами: «Поразительно, как даже хорошие люди забывают о взглядах, которых они ранее придерживались, если эти взгляды менялись у них постепенно».

В оккупированной Дании у Бора скоро начала гореть земля под ногами. Осенью 1943 г. датская организация сопротивления помогла ему бежать вместе с сыном на лодке через пролив из Дании в Швецию, откуда их должны были перевезти в Англию на самолете-бомбардировщике. Но каждый самолет брал только одного человека в бомбовом отсеке. Первым улетал Бор. Нужно было надеть шлем с радионаушниками. Через них ему должны были подать сигнал, когда нужно включить кислород. Но у Бора была такого крупного размера голова, что наушники не доходили до ушей, так что сигнала о включении кислорода он не услышал. По прибытии в Англию его сняли с са-

молета в бессознательном состоянии. Когда я, выслушав Бора, сказал, что «это ужасно», он ответил, что ужасно было не это, а то, что, когда он ожидал следующего самолета, на котором должен был лететь его сын, стало известно, что немцы сбили этот самолет. Это было ужасно. И только через несколько часов выяснилось, что перед отлетом во второй самолет вместо его сына посадили другого пассажира, а сын прилетел позже.

Примечательно открытое письмо Бора Объединенным Нациям, опубликованное в 1950 г. В нем он рассказывает, что по приезде в Англию в 1943 г. его посвятили в «атомные проекты», т. е. в исследования по овладению атомной энергией и созданию атомного оружия. Переехав в США, Бор принимал в них участие вплоть до июня 1945 г., когда он еще до первого испытания атомной бомбы переехал из США в Англию, и с тех пор, как он пишет, «не имел никакой связи с какими-либо секретными, военными или промышленными исследованиями в области атомной энергии».

В этом открытом письме Бор приводит большие выдержки из двух меморандумов, переданных им президенту Рузвельту при разговоре с ним в августе 1944 г. и государственному секретарю США в мае 1948 г. Уже в меморандуме 1944 г. Бор высказывает опасение, что единство союзников, сложившееся в борьбе с фашизмом, может нарушиться после конца войны, и настаивает ввиду этого на необходимости еще во время войны провести мероприятия, которые обеспечили бы после нее всеобщую безопасность, полное запрещение пользования атомным оружием и надлежащий международный контроль, который предотвратил бы возможное нарушение этого запрещения. При этом Бор настаивал, чтобы сразу же после войны результаты военных исследований, делающие возможным мирное применение атомной энергии, стали доступными для всех стран, чтобы всем странам была предоставлена полная возможность использования атомной энергии в мирных целях и чтобы всякая монополия на нее была исключена. Вся значимость этого замечательного меморандума становится ясной, только если вспомнить, что в 1944 г. США обладали абсолютной монополией на «атом».

В 1950 г. в письме Объединенным Нациям Бор настаивает на необходимости создания «открытого мира» (open world), в котором были бы обеспечены мир и мирное



Нильс Бор и академик В. А. Фок

сотрудничество (cooperation) всех государств, свободное общение между ними и свободный обмен информацией, устранены все источники взаимного недоверия и в котором «каждая нация могла бы выделяться (assert itself) только в той мере, в какой она может способствовать росту общей культуры и в какой она может помочь другим странам своими ресурсами и своим опытом».

Все приведенное — это только иллюстрация того, что Бора всегда глубоко волновали не только судьбы науки, но и судьбы человечества, что он остро чувствовал ответственность ученых, открывших путь в атомный век, за то, чтобы завоевания науки были использованы не для взаимного уничтожения, а для всеобщего благополучия.

В заключение я хотел бы особо подчеркнуть, что Нильс Бор был не только гениальным ученым, не только передовым человеком, но и поистине обаятельным человеком. Всякий, кто имел счастье с ним встречаться, неизменно бывал очарован и покорен его личностью, его совершенно необыкновенной простотой, искренностью, общительностью и доброжелательностью, сочетавшейся с твердостью и непреклонностью убеждений.

Бор был подлинным воплощением человечности и доброты в самом возвышенном смысле этих слов.

СТИМУЛЫ научного творчества

М. М. Карпов
Кандидат философских наук
Ростов-на-Дону

В наше время уже мало кто сомневается в том, что естествознание развивается под влиянием практических потребностей, и в первую очередь потребностей производства. Вопрос, требующий освещения, состоит в том, как эти практические потребности осознаются ученым, как они преломляются в его сознании, как они связаны с его субъективными мотивами творчества.

Появление новых научных идей и открытий нередко объясняется только прямым воздействием экономических потребностей общества, без учета субъективных моментов творчества ученого, без прослеживания часто очень сложного и извилистого пути рождения и развития научной мысли. Но признание абсолютной зависимости ученого от действительности, полное отрицание всякой самостоятельности его творчества, попытка рассматривать это творчество лишь как результат внешнего влияния ведет к фатализму.

Как показывает история науки, далеко не все открытия были сделаны в результате стремления решить какую-нибудь непосредственную промышленную, сельскохозяйственную или даже медицинскую задачу. Было бы упрощением считать, что каждый ученый творит непосредственно, с целью удовлетворения потребностей практики, которых он часто не знает и не осознает. Приведу один поясняющий пример.

В последней четверти XVIII в. универсальный паровой двигатель стал настолько необходим английским фабрикантам, что они «были без ума» от него, как писал Болтон в письме к Уатту. Потребность в паровой машине была очень большой, однако несмотря на это, изобретатель ее Джеймс Уатт не осознал этой потребности, не понимал на-

зревшего социального заказа. Зато Болтон — будущий компаньон Уатта, — как человек, связанный с производством, отчетливо понимал эту потребность. Документы свидетельствуют, что именно советы Болтона стимулировали и направляли творчество Уатта по усовершенствованию паровой машины¹.

Когда ощущается острая потребность в том или ином двигателе (паровой машине, двигателе внутреннего сгорания, динамо-машине), то она может быть осознана и разными путями действительно осознается. Но можно ли осознать потребность в том или ином научном законе? Очевидно, что здесь такое осознание не всегда возможно. Как нельзя запланировать открытие того или иного закона, так нельзя утверждать, что у общества есть потребность в открытии такого-то конкретного закона.

ЦЕЛИ ЛИЧНЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ

Побудительные мотивы в творчестве ученых различны. Часто за изучение той или иной проблемы ученый принимается исходя из своих собственных целей, но эти цели как-то определяются теми условиями, в которых он живет.

¹ См. И. Я. Конфедератов. История теплоэнергетики, Госэнергоиздат, 1954, стр. 291.

Говоря о стимулах, побуждающих людей к труду, необходимо отметить, что человеку по природе его присуще стремление к деятельности, «потребность в нормальной порции труда и в отказе от покоя» (К. Маркс). Поскольку люди трудятся прежде всего ради удовлетворения своих материальных потребностей, то отправными в трудовой деятельности следует считать стимулы материальные, по-разному проявляющиеся в различных социально-экономических условиях.

История науки свидетельствует, что ряд исследований был осуществлен учеными под влиянием практических задач и уже последующего из них получения материальной выгоды. Таковы исследования французских ученых, владельцев заводов: Монжа (изучал металлургию на собственном заводе), Шапталя (для обслуживания своего химического завода создал новую лабораторию), Гитона Морво (был пайщиком организованного им селитренного завода).

Работы Джоуля, приведшие к открытию закона Джоуля — Ленца, были связаны со стремлением построить более выгодные механические двигатели, которые приводились бы в движение электричеством. Разумеется, это имело для него, как владельца пивоваренного завода, сугубо практическое значение и сулило экономическую выгоду.

Открытия в области усовершенствования производства стали, сделанные Генри Бессемером и Вильямом Сименсом, также были продиктованы получением большей прибыли на своих заводах. Д. Бернал отмечает, что американские профессора Томсон и Эдвин Хаустон сначала занимались испытанием электрических генераторов для института Франклина, а впоследствии (после 1870 г.) увлеклись бизнесом и создали компанию Томсон — Хаустон¹.

Непосредственными стимулами, побуждавшими ученых к развитию науки и техники, к усовершенствованиям, нередко были конкурсы, объявленные различными учреждениями (академия наук, научное общество, министерство и т. д.) и устанавливаемые ими премии и медали. Так, Парижская академия наук в 1888 г. объявила премию за работу на тему: «Задача о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки». На конкурс было прислано 15 работ, премия была



В. И. Ленин. Кремль, 1918 год

присуждена выдающемуся русскому математику С. В. Ковалевской. В основе мотивов, побуждавших научные учреждения объявить конкурс, выдвигать ту или иную задачу перед учеными, почти всегда была осознанная необходимость в разрешении этих проблем для развития науки и удовлетворения назревших общественных потребностей.

Примерно в 1715 г. английский парламент предложил 20000 фунтов стерлингов тому, кто изобретет прибор, при помощи которого можно было бы вычислять долготу в открытом море с точностью до 0,5°. Эта премия досталась часовщику Гаррисону, изготовившему первый хронометр, усовершенствованный потом Берту и Леруа.

Возможно, что причиной, побудившей Гаррисона изобрести прибор для более точного определения долготы, было стремление получить объявленную солидную премию. Однако это стремление нельзя считать ко-

¹ См. J. D. Bernal. Science and industry in the nineteenth Century. London, 1953, p. 128.



Карл Маркс в своем рабочем кабинете

Рисунок Н. Жукова

нечной причиной данного открытия. Ее следует искать глубже — в прогрессе производства, которое вело к развитию торговли и увеличению длительных морских путешествий. А эти путешествия все настойчивее и настойчивее выдвигали задачу наиболее точного определения долготы, превратившуюся в одну из важнейших технических проблем мореплавания.

Стремление добыть средства к существованию в условиях капитализма играло существенную роль в творчестве ряда ученых. Однако ни один из действительно великих ученых не работает в своей области только ради материальных выгод. Более того, история науки свидетельствует, что величайшие открытия делались людьми, не преследовавшими собственных материальных целей. Существуют еще другие мотивы, побуждавшие людей заниматься наукой. Это стимулы моральные, представляющие собой осознанное побуждение к труду, вы-

текающее из внутренних духовных потребностей человека.

К таким стимулам относятся: желание облегчить жизнь человечества, стремление просвещать людей, патриотические мотивы, удовлетворение, получаемое в процессе научного исследования, борьба за научную истину, стремление доказать неправоту и ошибочность некоторых научных положений и т. д.

ВЕЛИКИЕ ПРИМЕРЫ

Наиболее действенным и главным стимулом творчества многих ученых всегда было стремление облегчить жизнь человечества, сознание необходимости служить своей работой обществу. И в этом отношении лучшим примером может служить вся жизнь, весь гигантский труд, вся исследовательская работа корифеев науки Маркса, Энгельса, Ленина.

Маркс провозгласил: «Философы различным образом объясняли мир, но дело заключается в том, чтобы изменить его». Страстная борьба за переустройство жизни общества в интересах трудящихся была делом всей его жизни, в ней он видел свое счастье. Он с исключительным упорством и настойчивостью работал над «Капиталом», так как считал, что окончание этой книги вооружит рабочий класс необходимой теорией и нанесет буржуазии такой удар в области теории, от которого она никогда не оправится. Работа не прекращалась даже во время болезни. Характеризуя значение «Капитала», Маркс писал, что «буржуазия всю свою жизнь будет помнить мои карбункулы»¹.

О том, что заставило Маркса заниматься научным исследованием, наиболее ярко свидетельствуют его письма. В письме к Энгельсу (от 13 февраля 1866 г.) он говорит, что если бы «Капитал» был уже готов, то ему «было бы совершенно безразлично, сегодня или завтра быть выброшенным на живодерню, иначе говоря, околоть. Но при вышеупомянутых условиях это не годится»².

«...Почему я Вам не отвечал? — пишет Маркс З. Мейеру 30 апреля 1867 г. — Потому, что я все время находился на краю могилы. Я должен был поэтому использовать *каждый* момент, когда я бывал в состоянии работать, чтобы закончить свое сочинение, ко-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Письма о «Капитале», Госполитиздат, 1948, стр. 114.

² Там же, стр. 108.

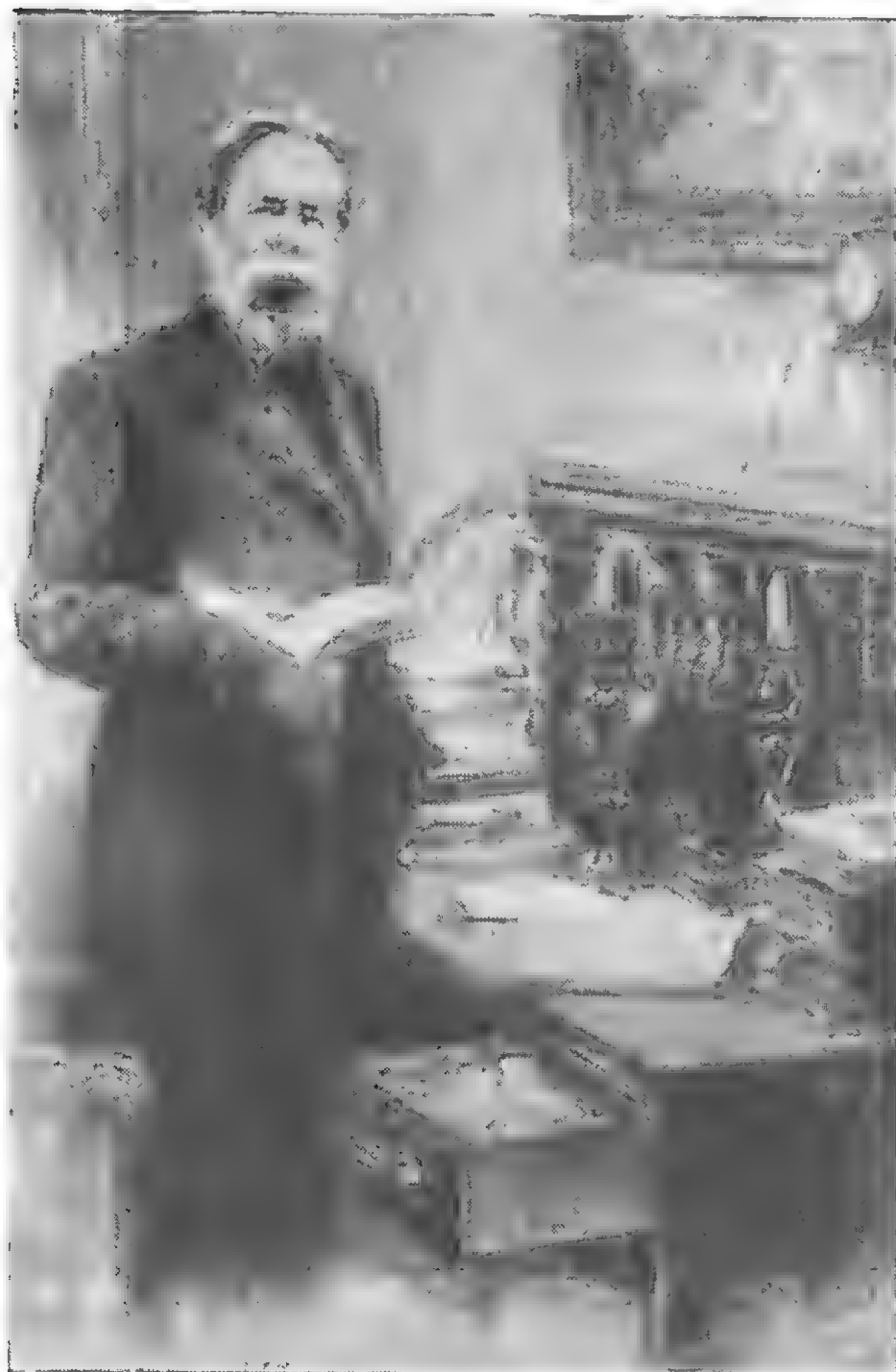
торому я принес в жертву здоровье, счастье жизни и семью. Надеюсь, что этого объяснения достаточно. Я смеюсь над так называемыми «практичными» людьми и их премудростью. Если хочешь быть скотом, можно, конечно, повернуться спиной к мукам человечества и заботиться о своей собственной шкуре. Но я считал бы себя поистине *н е п р а к т и ч н ы м*, если бы подход, не закончив своей книги, хотя бы только в рукописи»¹.

Столь же страстно, не жалея сил, трудился В. И. Ленин, развивая марксизм. Великий вождь считал делом своей жизни защиту марксизма от извращений. Когда в начале 1908 г. вышел сборник группы русских махистов под названием «Очерки по философии марксизма», Ленин, прочтя его, пришел в сильное негодование; это была попытка ревизии марксизма. В течение нескольких месяцев Ленин с исключительным упорством изучал махистскую литературу на русском, немецком, английском и французском языках, не оставив без критического анализа ни одного сколько-нибудь значительного произведения махистов. Результатом этой напряженной работы явилась замечательная книга «Материализм и эмпириокритицизм», в которой В. И. Ленин не только разгромил махизм, но и значительно развил философию марксизма.

Многие тысячи ученых, изобретателей, новаторов своими открытиями, своим трудом, часто сопряженным с лишениями и опасностью для жизни, стремились облегчить жизнь и труд человека, помочь ему в борьбе с природой. Так, И. И. Ползунов, конструируя паровую машину, стремился «славы Отечеству достигнуть..., облегчая труд по нас грядущим». Этими мотивами продиктованы работы русского ученого П. Л. Чебышева по улучшению паровой машины (усовершенствование параллелограмма Уатта), работы французского ученого Садн Карно по термодинамике и многие другие.

Будучи больным, Л. Пастер отдавал все силы работе по разысканию паразитов, вызывающих гибель шелкопряда. На все просьбы и увещания семьи и друзей повременить еще с этими занятиями, он возражал. «... Не безрассудно ли, не бессовестно ли из-за здоровья одного человека допустить

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Письма о «Капитале», Госполитиздат, 1948, стр. 111.



Фридрих Энгельс

Рисунок И. Жукова

стольких бедных людей работать на свое собственное разорение еще лишний год»¹.

Вера в то, что при помощи науки можно достигнуть всеобщего блага человечества, была одной из причин (наряду со страстью к исследованиям), которая воодушевляла и Пьера Кюри в его научной работе.

И в настоящее время передовые ученые капиталистических стран трудятся ради прогресса всего человечества, находя в этом величайшее нравственное удовлетворение. Правда, стремясь к открытиям, развивая науку, многие из них не всегда понимают противоречия капиталистического общества, наивно полагая, что своим самоотверженным творчеством они способствуют дости-

¹ О. И. Орлова. Луи Пастер, его жизнь и труды, 1913, стр. 78.



Софья Ковалевская

научного прогресса извлекают капиталисты, часто используя научные открытия для усиления эксплуатации, для получения максимальных прибылей, а это противоречит стремлению ученых обеспечить благо народа.

ТОЛЬКО ЛИ МАТЕРИАЛЬНЫЕ СТИМУЛЫ?

В основе причин, стимулирующих научное творчество, как мы видим, лежат практические цели и материальные потребности общества. Однако этим далеко не исчерпываются все стимулы научного творчества. Например, тот факт, что А. Эйнштейн 36 лет посвятил разработке единой теории поля, нельзя объяснить только практическими потребностями.

Среди причин, побуждавших ученых заниматься научным исследованием и не связанных непосредственно с практическими потребностями, необходимо отметить патриотизм, любознательность, наслаждение, получаемое в процессе поиска истины, а также другие личные мотивы.

В буржуазном обществе различные мотивы научного творчества принимают зачастую уродливые формы, о чем, в частности, убедительно свидетельствует борьба за приоритет в научных открытиях, достигавшая иногда высокой степени драматизма. Ньютон, например, никак не хотел разделять славу открытия закона тяготения с Гуком и отказался в предисловии к «Началам» упоминать его имя. Он упорно отказы-

вался также признать заслуги Лейбница в открытии дифференциального исчисления и анонимно направлял работу комитета, который должен был разрешить спор между ним и Лейбницем¹. Гаусс в отзыве на «Аппендикс» Я. Бояи, вместо того, чтобы поддержать идеи молодого математика, больше останавливается на своих собственных заслугах. Чарлз Дарвин отмечал, что для геолога Бекленда стимулом, побуждавшим его заниматься научным исследованием, «была скорее страсть к славе, которая по временам заставляла его действовать подобно шуту, нежели любовь к науке»².

Разумеется, среди ученых были и такие, которые не только не стремились к славе, но считали различные почести вредными для работы. Так, Пьер Кюри считал, что желание получить почести — причина волнений, отодвигающих на второй план более достойную для человека цель — творчество ради любви к нему самому. Это различное отношение к славе определяется индивидуальными чертами характера.

На патриотизм и чувство национальной гордости, как на стимулы научного творчества, указывали многие ученые. Патриотические мотивы усиливались во время обороны родной страны от нападения на нее извне. Это ярко проявилось в деятельности французских ученых в период революции 1789—1794 гг. Научные успехи Л. Пастера радовали его потому, что они способствовали славе Франции. Главным стимулом деятельности ученых-антифашистов, эмигрировавших в годы гитлеровского засилия из Западной Европы в США, был также патриотизм — стремление посвятить свои силы и знания разгрому нацистской Германии и ее союзников.

С особой силой чувство патриотизма в стремлении к новым открытиям проявляется в научных кругах социалистических стран. Усилия советских ученых, обеспечивших крупные успехи в использовании атомной энергии в мирных целях, выдающиеся исследования в области управляемого термоядерного синтеза, создание искусственных спутников и космических ракет, «умных» машин, теоретические исследования в

¹ J. Bernard Cohen. An Interview with Einstein. «Scient. Amer.», v. 193, 1955, № 1, p. 69.

² Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера, 1957, стр. 32.

области физики, математики и другие достижения советской науки позволили нашей стране занять ведущую роль в мировом научно-техническом прогрессе. Это ли не показатель высоких патриотических чувств советских ученых!

ПОИСКИ ИСТИНЫ

Любознательность и связанное с ней чувство наслаждения поисками истины, раскрытием тайн природы — неиссякаемый источник прогресса человеческого знания... Кто зашел так далеко, — писал известный немецкий ученый Макс Планк, — что ничему более не удивляется, тот обнаруживает лишь то, что он разучился основательно размышлять... Для исследователя открытие удивительного всегда является счастливым событием и новым стимулом в работе»¹. Аналогичные мысли высказывал А. Эйнштейн. «Самое прекрасное, что мы можем переживать, это таинственность. Это основное чувство, которое стоит у колыбели истинного искусства и науки. Кто не знает этого, кто больше не может удивляться и поражаться, тот мертв и его взор потух»².

Любознательность сопутствовала науке с момента ее возникновения. Она является необходимым качеством ученого, так как без стремления к познанию немислима никакая научная работа.

Характеризуя значение любознательности, акад. А. Н. Несмеянов писал: «Какое же главное качество должен иметь молодой человек, вступающий в область науки? Я думаю, что это главное качество — влюбленность, ненасытный интерес к тайнам природы и к путям овладения этими тайнами. Все остальное приложится»³.

В нашей литературе при рассмотрении развития науки роль любознательности нередко отрицается, а признание роли этого фактора рассматривается иногда даже как сползание на позиции идеализма. В действительности сползание на позиции идеализма происходит не тогда, когда признают роль любознательности в развитии науки, а тогда, когда преувеличивают, раздувают ее роль, когда неизменная любознательность выстав-

ляется в качестве первопричины развития науки.

Без страсти, без любви к науке, многого в ней не достигнешь. Очевидно, что успех при наличии любви к науке будет всегда больше, нежели в том случае, когда исследование ведется без энтузиазма, когда человек занимается нелюбимым делом. Еще Энгельс указывал на возможность научного исследования, не связанного с практическими потребностями. Научное исследование, которое совершается «независимо от того, будет ли полученный результат практически выгоден или нет», он называл «великим интересом к теории»¹.

Ярким примером, показывающим, как стремление познать истину увлекает ученого, становится целью всей его жизни, могут служить мысли знаменитого венгерского математика Фаркаша Бояи, высказанные в письме к своему сыну, математику Яношу Бояи: «Ты не должен пытаться одолеть теорию параллельных линий на этом пути; я знаю этот путь, я проделал его до конца, я пережил эту беспросветную ночь и всякий светоч, всякую радость моей жизни я в ней похоронил. Молю тебя, оставь в покое учение о параллельных линиях; ты должен его страшиться как чувственных увлечений, оно лишит тебя здоровья, досуга, покоя — оно тебе погубит всю радость жизни»².

Янош не последовал совету отца и продолжал работать над проблемой параллельных. Новые идеи не получали признания математиков, и жизнь Яноша сложилась трагически (это привело его к состоянию, граничащему с психическим расстройством). Но посвятив всю свою жизнь исследованию проблемы параллельных, Янош внес большой вклад в разработку неевклидовой геометрии.



Чарлз Дарвин

¹ «Вопросы философии», 1958, № 5, стр. 105—106.

² А. Einstein. Mein weltbild, Amsterdam, 1934, s. 16.

³ «Техника — молодежи», 1958, № 10, стр. 11.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 21, стр. 316.

² Я. Бояи. Appendix, ГТТИ, 1950, стр. 18—19.



Луи Пастер

свои рубашки, чтобы оплатить труд рыбака Джованни, добывавшего ему необходимых морских животных, однако не прекращал своих исследований, хотя они не сулили ему никаких материальных выгод.

Подобно Бояи, Лаланду и Ковалевскому, многие ученые стремились ценой личных жертв углубиться в область неведомого, познать тайны природы для того, чтобы умножить власть человека над нею.

Искание истины всегда эмоционально окрашено, оно связано с переживаниями, радостями и неудачами. Ленин отмечал, что без полемики и дискуссий, без человеческих эмоций никогда не бывало, нет и не может быть человеческого искания истины.

Известно, что творческий труд, даже если он требует большого напряжения и усилий, приносит удовлетворение, наслаждение. Во имя радости открытия, творчества, которая часто дает ученому больше, чем всякая другая награда, он способен идти на лишения и опасности. Эта радость и поддерживает его интерес к работе. Рабиндранат Тагор справедливо отмечал, что «радость — самая ценная и могучая творческая сила». Увлечение наукой заставляет людей часто жертвовать и своим спокойствием и безопасностью, проявлять иногда поразительную настойчивость. Для подлинного ученого характерна всепоглощающая увлеченность наукой, сильная напряженность его труда. Академик С. И. Вавилов в книге «Исаак Ньютон» отмечает, что Ньютон считал потерянным всякий час,

Французский астроном Лаланд, чтобы проследить путь кометы Галлея, появляющейся в орбите Земли каждые 76 лет, провел 6 месяцев с утра до ночи за вычислением, что навсегда подорвало его здоровье.

Русский ученый — биолог Александр Онуфриевич Ковалевский продавал в Неаполе

не посвященный занятиям наукой. Увлеченность Ньютона наукой была столь велика, что его печалила необходимость тратить время на еду и сон.

История естествознания с момента его возникновения дает нам много примеров, показывающих, что занятие творческой научной работой представляет для ученого высшее счастье и радость. «Главным моим наслаждением и единственным занятием в течение всей жизни была научная работа, — писал Ч. Дарвин, — и возбуждение, вызываемое ею, позволяет мне на время забывать, а то и совсем устранять мое постоянное плохое самочувствие»¹. В другом случае он пишет: «Насколько я в состоянии сам судить о себе, я работал во время путешествия с величайшим напряжением моих сил просто оттого, что мне доставлял удовольствие процесс исследования, а также потому, что я страстно желал добавить несколько новых фактов к тому великому множеству их, которым владеет естествознание»².

Луи Пастер писал, что, когда после стольких усилий достигнешь полной уверенности в том, что открытие верно, то испытываешь высшую радость, какая только доступна душе человеческой, радость, увеличенную сознанием, что способствуешь славе родной страны. Он отмечал также, что для того, кто посвятил себя науке, самое приятное — это увеличивать число своих открытий, но чаша его радостей переполняется до краев, если результаты его наблюдений начинают применяться на практике.

Многие стимулы в большинстве случаев действуют не изолированно, а в тесной неразрывной связи друг с другом, так что бывает очень трудно в каждом конкретном случае определить, какой стимул играет главную роль. Если же брать все научные исследования в целом, то их главным стимулом являются стремление облегчить жизнь человечества и радость творчества в процессе поиска истины.

В ОСНОВЕ — ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОТРЕБНОСТЬ

Идеальные побуждения к научному творчеству (стремление к познанию истины и др.) связаны с внешним миром, с материальными условиями, в которых человек живет

¹ Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера, 1957, стр. 124.

² Там же, стр. 94.

и действует. Цели, которые ставят себе люди (в том числе и ученые), кажутся всегда субъективными, не зависящими от объективного мира, от условий материальной жизни. Однако по существу они субъективны лишь по своей форме, так как всегда порождаются объективным миром и в той или иной мере являются следствием уже достигнутого уровня развития промышленности, науки и материальных условий жизни человека. Любое идеальное побуждение имеет «земное ядро», материальную основу, соответствует определенной объективной потребности, независимо от того, осознается она или нет.

Диалектический материализм отвергает утверждения об абсолютной свободе воли в любом виде творчества. Люди в своем творчестве неизбежно ограничены рамками накопленного человеческого опыта и знаний. Каждый исследователь — дитя своего времени и потребности общества в данное время в известной степени «предписывают» ему то, что он должен делать. Это может выражаться в концентрировании усилий на наиболее важных направлениях, как это имеет место при изучении элементарных частиц и термоядерных реакций в настоящее время. Это часто выражается в воздействии духовной культуры, которое ученый субъективно может не ощущать, но объективно от него свободен он быть не может.

Наконец, это может выражаться в том, что люди, осознающие потребность общества в том или ином изобретении, начинают усиленно над ним работать. Когда потребности развития общества ставят в порядок дня решение того или иного вопроса, то на это направляются обычно усилия многих людей, осознающих эту потребность. Если задачу не решит один, то появится и разрешит ее другой, третий и т. д. Усилия людей будут направляться на это дело до тех пор, пока назревшая проблема не будет разрешена.

Ставит же человечество перед собой «всегда только такие задачи, которые оно может разрешить, так как при ближайшем рассмотрении всегда оказывается, что сама задача возникает лишь тогда, когда материальные условия ее решения уже имеются налицо, или, по крайней мере, находятся в процессе становления»¹. На-

пример, как только была создана протонно-нейтронная теория атомного ядра и О. Ганом было открыто его деление, человечество сразу же поставило задачу найти практическое использование громадной энергии, таящейся в недрах атомов. Усилия огромной массы ученых, инженеров направлялись на эту цель, и она была достигнута. Сейчас перед человечеством все острее и острее встает проблема обеспечения энергией, так как запасы естественного топлива иссякают, а потребление энергии растет громадными темпами. Наука указывает выход — найти пути овладения термоядерной реакцией. На это ныне направляются усилия большого числа ученых. Условия для решения этой задачи созрели.



И. П. Павлов

ГАРМОНИЧЕСКОЕ СОЧЕТАНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ И МОРАЛЬНЫХ СТИМУЛОВ

Соотношение между материальными и духовными стимулами творчества не остается неизменным. Оно изменяется вместе с изменением социально-экономических условий, в которых развивается наука. В социалистическом обществе наука освобождается от пут буржуазных отношений и получает такие благоприятные условия для своего развития, каких никогда не было и не может быть ни в одной капиталистической стране.

Классики марксизма-ленинизма неоднократно подчеркивали, что при социализме неизбежно должны появиться новые стимулы к труду на благо общества. В работе «Государство и революция» В. И. Ленин писал: «...на самом деле *только* с социализма начнется быстрое, настоящее, действительно массовое, при участии *большинства* населения, а затем всего населения, происходящее движение вперед во всех областях

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 13, стр. 7.



Альберт Эйнштейн

общественной и личной жизни»¹. С победой социализма впервые создается общность интересов всех членов общества, а поэтому стремление ученых работать для блага общества, имевшее место и при капитализме, неизмеримо усиливается в условиях социализма, так как

ученый сознает, что плодами его труда будет пользоваться не кучка капиталистов, а весь народ.

Общность интересов всех членов социалистического общества определяет характер и содержание как материальных, так и моральных стимулов к труду. «Чувства большинства советских людей,— говорил Н. С. Хрущев на XXI съезде КПСС,— подчинены высокому идеалу — быть полезными обществу, создавать для него все новые материальные и культурные блага»². Стремление быть полезным обществу становится главным движущим мотивом деятельности всех советских людей, в том числе и ученых.

Ярким примером этого может служить жизнь и деятельность выдающегося советского ученого И. В. Курчатова. Изучая явление сегнетоэлектричества, он работал буквально дни и ночи, воскресные и праздничные дни напролет. В последующие годы так же увлеченно, страстно и самозабвенно трудился он над проблемами атомной и термоядерной энергии. Вся его жизнь представляла собой научное горение во имя блага народа.

В период перехода общества к коммунизму стимулы, связанные с личной материальной заинтересованностью, будут все больше терять свое значение, а за-

тем, видимо, и совсем исчезнут. Роль же моральных, духовных стимулов в общей сумме побудительных мотивов к труду неуклонно возрастает.

Моральным стимулом служит стремление к труду, вытекающее из осознания трудящимися своего долга перед обществом в строительстве коммунизма, подчинение своей деятельности общим интересам. «В основе коммунистической нравственности, — писал В. И. Ленин, — лежит борьба за укрепление и завершение коммунизма»¹. При социализме усиливаются патриотические мотивы в творчестве ученых. Свои открытия они расценивают как свой патриотический долг, как проявление заботы о всех трудящихся. Рассказывая о труде советского ученого, лауреата Нобелевской премии акад. Н. Н. Семенов писал: «Научная работа в любой области открывает неиссякаемый источник радости. Открытия и достижения, умножая славу нашей великой Родины, тем самым приносят славу и огромное удовлетворение отдельным ученым».

Для социализма характерно гармоническое сочетание материальных и моральных стимулов к труду. Такое сочетание мы видим не только среди работников физического труда (почин В. Гагановой), но и среди работников умственного труда. Ряд академиков и профессоров отказались от платы за работу по совместительству, выступили с призывом бесплатно читать лекции для населения.

При коммунизме научное творчество будет осуществляться под влиянием моральных стимулов, которые сами будут изменяться по мере все более полного удовлетворения растущих материальных и духовных потребностей масс. Когда труд станет естественной потребностью человека, то, видимо, отпадут все материальные стимулы научного творчества. Люди станут заниматься научными исследованиями потому, что это принесет большое удовлетворение. Они будут испытывать удовлетворение от сознания того, что раскрывая тайны природы и общества, облегчаешь жизнь человека, делаешь ее еще более богатой. Неистощимая жажда познания и забота о благе человека, слитые в одно целое,— вот что станет поистине великим стимулом научного творчества.

¹ В. И. Ленин. Соч., 4-е изд., т. 25, стр. 443.

² Н. С. Хрущев. О контрольных цифрах развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. Доклад на внеочередном XXI съезде КПСС, Госполитиздат, 1959, стр. 62.

¹ В. И. Ленин. Соч., 4-е изд., т. 31, стр. 270.

«ЗРЕНИЕ» В ПАЛЬЦАХ

ФЕНОМЕН РОЗЫ КУЛЕШОВОЙ

В конце истекшего года в газетах появился ряд сообщений о молодой женщине из Нижнего Тагила Розе Кулешовой, научившейся с завязанными глазами читать обыкновенный печатный текст и распознавать цвета, якобы даже в полной темноте. Некоторые утверждения (в особенности узнавание цветов в темноте) вызвали сомнения в их достоверности, а вместе с тем возникал вопрос — не были ли и другие сообщения результатом невольных ошибок в постановке опытов¹.

В декабре 1962 г. по приглашению Института проблем передачи информации АН СССР Р. Кулешова приехала в Москву. Лаборатории зрения Института биофизики АН СССР было предложено выяснить, есть ли в данном случае какое-нибудь новое явление и в чем оно заключается. Часть опытов была повторением тех, о которых уже сообщалось, другая состояла из новых исследований, имевших целью получить достоверную общую картину явления. Мы обращали внимание на то, чтобы все наиболее ответственные выводы проверялись несколькими разными методами. Это необходимо, когда приходится сталкиваться с явлением неожиданным, так как та или иная отдельная методика может впоследствии получить другое объяснение и потерять доказательную силу. Если же независимые опыты приводят к единому выводу, достоверность его существенно возрастает.

В настоящей статье мы будем ссылаться почти исключительно на результаты, полученные в нашей лаборатории. Эти опыты были проведены М. С. Смирновым и М. М. Бонгардом.

Начну с более или менее сухого изложения фактов.

ОСЯЗАНИЕ ИЛИ РЕАКЦИЯ НА СВЕТ?

Р. Кулешова, с плотной черной повязкой на глазах, водила пальцами (средний и безымянный пальцы правой руки) по строкам хорошо освещенной книги, довольно бегло и безошибочно читала текст, заведомо ей незнакомый. Если во время чтения помещение бесшумно затемнялось, то при малой освещенности чтение затруднялось и вовсе прекращалось, примерно при таких же освещенностях, когда чтение глазами также становится трудным или невозможным.

¹ Не следует забывать о случаях появления ложных сенсаций, как, например, «теория» цветного зрения Лэнда (См. об этом «Природа», 1960, № 7, стр. 53—57), или «эффект Дина», «опровергавший» законы Ньютона (См. статью акад. Б. П. Константинова в «Известиях», № 22, от 25 января 1963 г.).

Бумага, покрытая краской, может на ощупь несколько отличаться от чистой бумаги, а печать создает некоторый рельеф. Необходимо было выяснить, не играет ли в данном случае известную роль аномально высокая чувствительность осязания.

Первый опыт. На матовое стекло проектировалось изображение (диапозитив) рисунка и текста. Прикасаясь пальцами к стеклу с противоположной стороны, Роза узнавала изображенные на диапозитиве объекты. Проекционный текст она читать не могла, но правильно указывала число букв и узнавала отдельные буквы. Затруднения в чтении могли объясняться не только отсутствием рельефа, а также меньшим контрастом проекционного изображения и непривычностью обстановки, отличной от той, в которой Роза была натренирована.

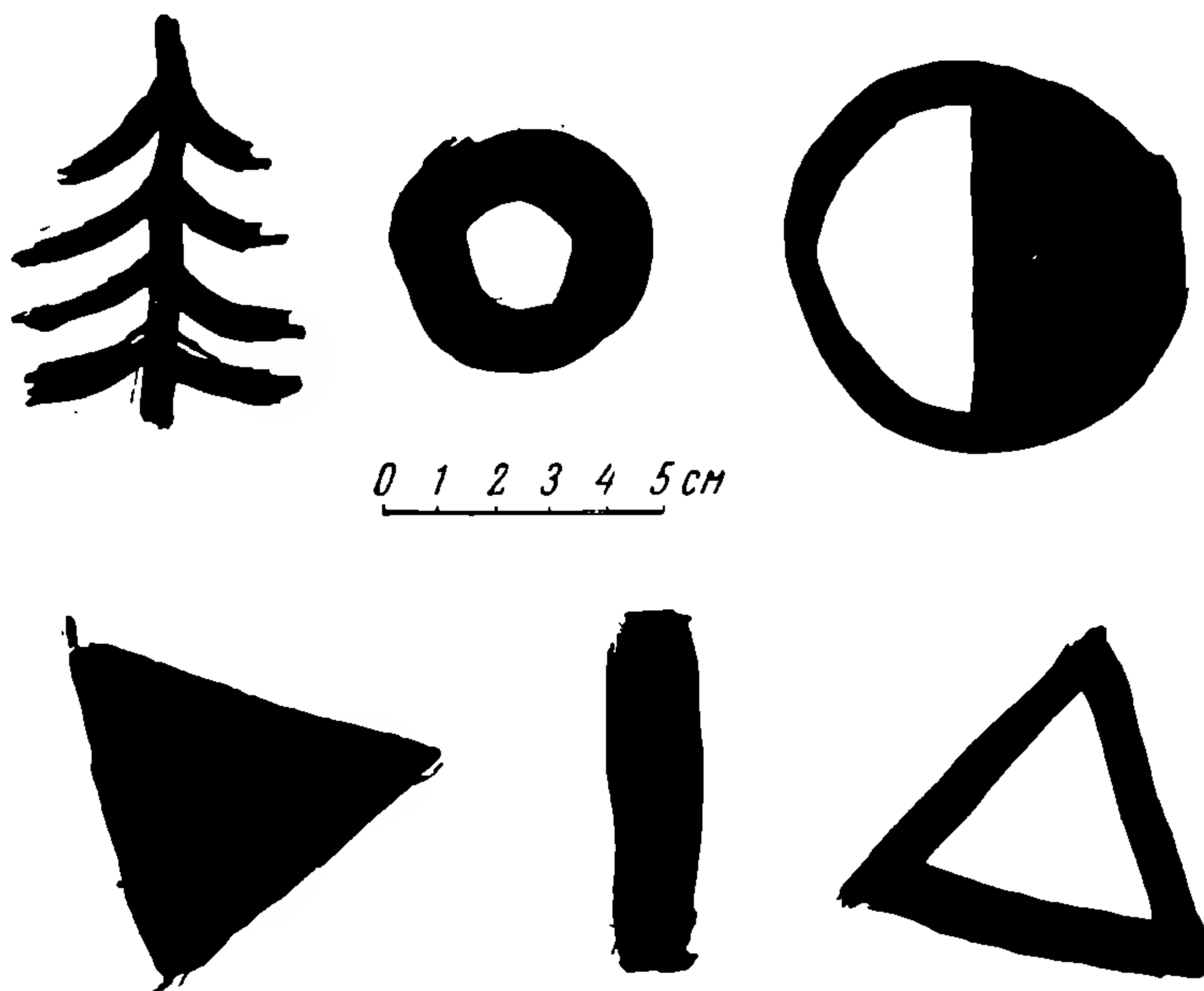
Второй опыт. Розе предлагались рисунки или текст, накрытые стеклом различной толщины, при хорошем освещении. Рисунки и буквы испытуемая узнавала хорошо, если они были достаточно крупными. Чем толще было стекло, тем крупнее должны были быть детали. Как правило, испытуемая замечала детали, если их угловые размеры, считая вершину угла у кончика пальца, превышали примерно 1 *стерад*.

Третий опыт. Были подготовлены две копии машинописного текста. Одна — обычная, напечатанная через копирку, другая — без копирки. В обоих случаях текст имел заметный рельеф, но в первом случае текст был черным, а во втором окраска отсутствовала. Копии предлагались Розе вразбивку. Черный текст она читала бегло, а бесцветный читать отказывалась.

Описанные факты показывают, что при чтении текста обычное осязание во всяком случае имеет второстепенное значение.

РАЗРЕШАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Разрешающая способность зрения испытуемой исследовалась путем проекции на



Рисунки, которые Роза Кулешова узнавала с завязанными глазами, водя пальцами по стеклу, которое прикрывало эти рисунки. Если пальцы находились на расстоянии 0,5 см от рисунка, то Роза Кулешова четко называла «елочка», «кружочек», «большой кружок — слева светлый, справа темный», «треугольник», «вот такая полоска», «треугольник, светлый внутри». Если стекло было приподнято и пальцы находились на расстоянии 2 см от плоскости рисунков, то Роза Кулешова определяла место нахождения этих рисунков, но их не узнавала

матовое стекло квадратной сетки точек, подобной полиграфическому растру. При разных увеличениях требовалось указывать направления рядов. Задача решалась безошибочно при расстоянии между точками более 0,6 мм. При более мелкой сетке ответы были ошибочными, а чаще следовал отказ отвечать. Воспроизводимость этих опытов была очень хорошей. Этот результат получался, когда Роза двигала пальцами по стеклу. При неподвижных пальцах тот же результат получался только в том случае, если слегка двигали изображение, в противном случае разрешающая способность резко падала.

СПОСОБНОСТЬ РАЗЛИЧАТЬ ЦВЕТА

Такую способность исследовали на «колориметре замещения», разработанном для исследования зрения животных¹. В этом приборе от монохроматора с системой щелей смесь различных длин волн, или монохроматический свет подается в смесительный шар. В определенный момент одна такая смесь излучений заменялась другой. К выходному отверстию шара Роза прикладывала палец и отвечала на вопрос о цвете излучения и о том, одинаковы или различны по цвету излучения, сменяющие друг друга.

Несколько слов о принципах исследования цветного зрения по «колориметрическому» методу (метод «смешения цветов»). Способность отличать какой-нибудь цветной образец, скажем красный, от другого, например синего, еще не доказывает того, что имеется цветное зрение. Ведь и на черно-белой фотографии предметы разной окраски обычно различаются между собой, когда воспроизводятся разными оттенками серого. Однако при отсутствии цветного зрения, излучения любых спектральных составов (например, монохроматические излучения разных длин волн) при надлежащем соотношении их мощностей неотличимы один от дру-

¹ См. «Природа», 1959, № 5, стр. 13—21.

гого. Тогда говорят, что данный испытуемый различает цвета только по их «яркости». Такой результат получается, если все светочувствительные приемники сетчатки обладают одинаковой спектральной чувствительностью.

Только в том случае, если существуют излучения разных длин волн, которые ни при каких соотношениях мощностей не становятся неразличимыми, можно говорить, что испытуемый обладает цветным зрением. Это означает, что имеются светочувствительные приемники разных типов, с различными кривыми спектральной чувствительности. В зависимости от числа различных типов приемников зрение может быть «двумерным» или «трехмерным». (Большее число приемников обычно не встречается). Опыты по сложению цветов позволяют установить число приемников с разными кривыми спектральной чувствительности и, определить сами эти кривые.

«Зрение» при помощи кончиков пальцев у Розы оказалось «трехмерным», очень сходным по спектральным характеристикам со зрением человеческого глаза. Цвета излучений Роза называла практически безошибочно (одна ошибка на несколько десятков опытов), в полном соответствии с их обычной визуальной оценкой. Смеси разных длин волн казались ей неразличимыми в тех случаях, когда они и для нормального глаза казались весьма близкими. Например, смесь красного и зеленого монохроматического света оценивалась как желтый, неотличимый от желтого монохроматического. Смесь красного и синего при любых соотношениях энергий уверенно отличалась от зеленого (первый назывался «малиновым», второй — «зеленым»). Эти цвета оценивались как резко различные. Последний опыт доказывает, что приемников с разной спектральной чувствительностью не менее трех. Опыты показали, кроме того, что в коже пальцев Р. Кулешовой присутствуют светочувствительные вещества, вероятнее всего те же самые, что и в сетчатке глаза остальных людей (форма кривой спектральной чувствительности — очень надежный индикатор химической структуры). Это сходство с обычным цветным зрением, в частности, выража-



Роза Кулешова определяет с завязанными глазами цвета объекта

Фото Ю. Разумова

лось в том, что способность отличать свет от темноты резко падала к красному концу спектра при увеличении длины волны. Пальцы Р. Кулешовой в этих опытах не различали длин волн > 680 мкм, хотя более длинные волны, подаваемые через монохроматор, обладали энергией даже большей, чем в средней части спектра.

РОЛЬ ТЕРМОРЕЦЕПТОРОВ

Трехцветность «зрения» пальцами Розы Кулешовой показывает, что его причиной не могут быть обычные терморецепторы. Это подтверждается отсутствием реакции на длинноволновые излучения. Нагревание, вызываемое светом применявшихся мощностей, было ничтожно, однако при исследовании случая исключительного необходимо было тщательно проверить и эту маловероятную возможность. Поэтому был проведен еще такой опыт.

Сетка, использованная в опытах по разрешающей способности, проектировалась на матовое стекло последовательно следующими тремя источниками света: обычным светом лампы накаливания, дававшим видимый и инфракрасный свет; тем же источником с теплофильтром, поглощавшим инфракрасные лучи и, наконец, с фильтром, поглощавшим видимый свет, но пропускавшим инфракрасный. Самая мелкая решетка, разрешавшаяся в первом случае, разрешалась и во втором, тогда как в инфракрасном свете Роза не могла определить направление

рядов, даже при наиболее крупной сетке. В последнем опыте, чтобы компенсировать энергию видимого света, поглощенного фильтром, накал лампы был поднят даже с некоторым избытком. Эти опыты доказывают, что терморецепторы кожи не играют заметной роли.

ОПЫТЫ В ТЕМНОТЕ

Наибольшие сомнения вызывали сообщения, что Роза способна различать «цвета» в темноте. Ощущения цвета возникают у людей в результате действия света на глаз, поэтому в темноте никаких цветов в этом смысле вообще нет. Опыты, о которых идет речь, состояли в узнавании в темноте не «цветов», а различно окрашенных образцов. Сообщалось, что Роза, например, вынимала из мешка по заказу образцы заданной окраски или делала то же в «темной» комнате. Более детальный опрос выяснил, что затемнение в этих случаях, по-видимому, было несовершенным. Поэтому требовались более тщательные опыты.

Уже один тот факт, что затемнение, даже не особенно тщательное, заметно затрудняло чтение или делало его невозможным, говорил о важной роли освещения. Кроме того, был проведен следующий опыт. На листах бумаги черной тушью был сделан ряд очень крупных рисунков. Они были прикрыты стеклом. При хорошем освещении Роза легко их описывала. В тщательно затемненной комнате Роза по большей части отказывалась различать те же самые рисунки. Правда, в трех случаях она очень неуверенно решилась что-то высказать. Из этих трех случаев только один ответ можно было с некоторой натяжкой истолковать как правильный. Два других ответа были бесспорно ошибочны.

Отказ от ответа нельзя считать полным доказательством, так как выдвигалось возражение, что Роза все же способна различать изображения даже в полной темноте, но ей это трудно и она «не хочет» этого делать. Поэтому был придуман опыт, где бы не было повода для отказов от ответа. Сначала Розе дали возможность натренироваться в узнавании цвета цветных карандашей при хорошем освещении. Она быстро научилась этому, ощупывая очиненные кончики. После этого опыт был повторен в фотокомнате при свете красного фонаря. Идея опыта заключалась в следующем: достаточно яркое освещение устраняло повод для отказа, но в

то же время в условиях красного освещения при помощи светочувствительных рецепторов невозможно правильно различать окраску, так как все предметы в этих условиях отражают только красный свет либо в большей, либо в меньшей степени (предмет либо темнее, либо светлее). Роза действительно не отказывалась от ответа, но ее ответы были весьма сходны с теми, какие в подобных условиях дают люди, пользуясь обычным зрением (см. таблицу). И в этом случае у Розы проявлялось бессознательное стремление правильно угадывать окраску, однако верны были только оценки «светлый» и «темный». Так, например, синий назывался темным или синим, но зеленый был также назван синим, а в другой раз темным, розовый — светлым, фиолетовый — черным и т. п. Оценки — светлый, темный, без указания цветного оттенка, преобладали.

Т а б л и ц а

Результаты проверки различения Р. Кулешовой на ощупь отточенного конца цветных карандашей при ярко-красном освещении

Какой карандаш предъявлялся	Какой был ответ
Зеленый	Темный
Розовый	Светлый
Зеленый	Синий
Синий	Синий
Зеленый	Темный
Фиолетовый	Черный
Сине-зеленый	Синий
Синий	Темный
Желтый	Желтый
Темно-коричневый	Темный
Светло-коричневый	Коричневый
Лиловый	Темный
Светло-сиреневый	Темный
Светло-коричневый	Темный
Малиновый	Светлее предыдущего
Коричневый	Темнее предыдущего

Этот опыт, в сочетании с предыдущими, представляется нам окончательно доказывающим, что необыкновенные способности Розы Кулешовой основаны на использовании кожной чувствительности к свету, и только к свету, причем рецепторы обладают свойствами, весьма сходными с теми, которые известны для рецепторов сетчатки.

ВОЗМОЖНОСТЬ ВНУШЕНИЯ

Вся обстановка опытов, по-видимому, полностью исключает какую-либо возмож-



Киносъемки во время опытов с участием Розы Кулешовой

Фото Ю. Разумова

сомнений Розе предложили прочесть текст из книги, которую раскрыли наугад, не заглянув в нее. Правильность чтения была проверена только потом.

КАКОВЫ ЖЕ ВЫВОДЫ?

Описанный случай, несомненно, заметное событие в области биологии, открывающее существование новых, неожиданных возмож-

ностей сознательного или бессознательного обмана, например, подглядывания. Более серьезной представляется возможность внушения, так как Роза, видимо, легко ему поддается. Против этого говорят, однако, следующие факты. В ряде опытов присутствующие все время знали правильный ответ, а Роза в одних условиях отвечала уверенно, а в других отказывалась отвечать или ошибалась. Присутствующие, например, одинаково хорошо читали мелкий текст сквозь стекло и без него. Роза же читала свободно текст во втором случае и не читала его в первом случае. То же самое имело место и в некоторых опытах по разрешающей способности и во время опытов на колориметре. Во многих случаях правильность ответа оценивалась только задним числом. Все же для устранения всяких

ностей живого организма, которые могут развиваться в результате тренировки. В какой мере это явление ново? В литературе и ранее встречались упоминания о явлениях, сходных с описанными. Однако во всех этих случаях явления, видимо, не были достаточно ярко выражены или сообщения о них были беглыми и не внушали доверия. Бесспорная заслуга Розы Кулешовой заключается в том, что она сумела развить свои способности до такого уровня, который исключает всякие сомнения. Это было достигнуто в течение года путем многочасовых упражнений, проводившихся с исключительным упорством.

Весьма существенно, в какой мере способности, которые удалось развить в себе Розе Кулешовой, доступны, хотя бы и в не столь яркой форме, другим людям? В слу-

чае положительного ответа это могло бы оказаться средством заметного облегчения участи слепых. Работа в этом направлении должна и, несомненно, будет проводиться¹. Сейчас можно только высказать некоторые гипотезы, которые, конечно, не могут считаться доказанными.

Существование в коже светочувствительных веществ, аналогичных тем, которые содержатся в сетчатке, не представляется невероятным. У Розы Кулешовой они, несомненно, имеются по всей коже. Пальцы левой руки, менее тренированной, дают возможность различать свет по яркости, хотя цветное «зрение» отсутствует. Пальцы ноги не обладали такой способностью, но после специальной тренировки в Институте неврологии удалось натренировать пальцы ноги отличать белое от черного.

Нам кажется маловероятным, чтобы светочувствительные рецепторы кожи в результате тренировки могли существенно изменяться, а тем более возникать. Скорее можно думать, что тренировка происходит в более центральных частях нервной системы. Светочувствительные рецепторы кожи и посылаемые ими сигналы существовали и до тренировки, но эти сигналы не расшифровывались. У Розы вообще повышенная чувствительность, и это могло облегчить ей тренировку.

Мне кажется, трудно допустить, чтобы при столь совершенной системе приемников у Розы Кулешовой, того же самого, может быть в упрощенном виде, не было бы и у других людей, хотя бы и не у всех. Сигналы с кожи, несомненно, весьма слабы и обычно не используются, тем более, что существует специальный орган зрения.

Ряд наблюдений указывает на то, что предельные возможности органов чувств человеком обычно не реализуются. В этом есть биологическая целесообразность. В процессе узнавания окружающих предметов и обстановки большую роль играют те или иные формы абстракции, т. е. отбрасывания несущественных признаков. Слишком большая чувствительность к различиям мешает быстрому опознаванию наиболее существенного. Однако в исключительных случаях повышенная чувствительность может оказаться необходимой, и мы действительно видим, что,

например, в моменты большого душевного напряжения органы чувств могут обнаруживать аномально высокую чувствительность.

Свойства периферических рецепторов едва ли могут так легко изменяться. Мне кажется более правдоподобным, что максимальная чувствительность, которая проявляется только в исключительных случаях, есть истинная чувствительность рецепторов, присущая им всегда. Однако существует более центральный аппарат, регулирующий чувствительность и не позволяющий человеку по желанию использовать ее до конца. Этот аппарат мне представляется чем-то вроде известной в технике «защиты от дурака», если позволено такое сравнение. Только в исключительных условиях этот защитный аппарат пропускает наиболее слабые сигналы, которые организм и может использовать.

Может быть, некоторые случаи так называемой телепатии объясняются таким образом. Повышение чувствительности органов чувств при нервных заболеваниях, в частности у Розы Кулешовой, могут объясняться ослаблением работы этого аппарата.

К той же категории, возможно, относится еще один вопрос, уже давно привлекавший мое внимание. Он интересен тем, что касается особенностей зрения, свойственных всем людям в самой обычной обстановке. Допустим, мы с достаточно близкого расстояния рассматриваем ровную белую поверхность, на которой есть небольшое углубление с пологими краями. Обычно мы чувствуем как присутствие этого углубления, так и его форму не менее отчетливо, чем если бы мы его ощупывали. За счет чего мы можем видеть такую впадину? Очевидно, только за счет того, что отклонения от точной плоскости приводят к местному изменению освещенности. При пологих краях эти изменения освещенности очень малы, однако мы не только их замечаем, но и отличаем впадину от пятна, которое тоже есть ослабление света, попадающего в глаз. Объективно различие заключается лишь в том, что изменение освещенности подчинено определенным закономерностям, связанным с формой впадины, а окраска пятна случайна. Кроме того, обычно мы в состоянии правильно оценить и кривизну впадины. Это показывает, что глаз в состоянии заметить не только факт изменения освещенности, но также первые и вторые производные (разности) от функции изменения освещенности

¹ Успешные исследования проводятся на кафедре физиологии Свердловского педагогического института. Ряд лиц удалось уже обучить «зрению пальцами».

вдоль по поверхности. Точный расчет в таких случаях затруднителен, но возможно, что при этом глаз использует чувствительность к изменению количества света, значительно превосходящую ту, которая наблюдается в приборе при определении так называемых порогов различия по яркости (эти пороги порядка 1%).

Как это объяснить? Узнавание объемной формы по светотени — одно из важнейших средств, которое используется в жизни для узнавания окружающих объектов и их характерных особенностей. Мне уже доводилось писать о «поправках на освещение», используемых для правильного узнавания окраски предметов¹. Это тонкое узнавание формы и окраски по светотени, несомненно, возникает на ранних стадиях развития ребенка, когда он учится «понимать видимое», все время контролируя себя ощупыванием предметов.

Возможно, что при этом очень упорном

¹ См. «Природа», 1960, № 8, стр. 53—60.

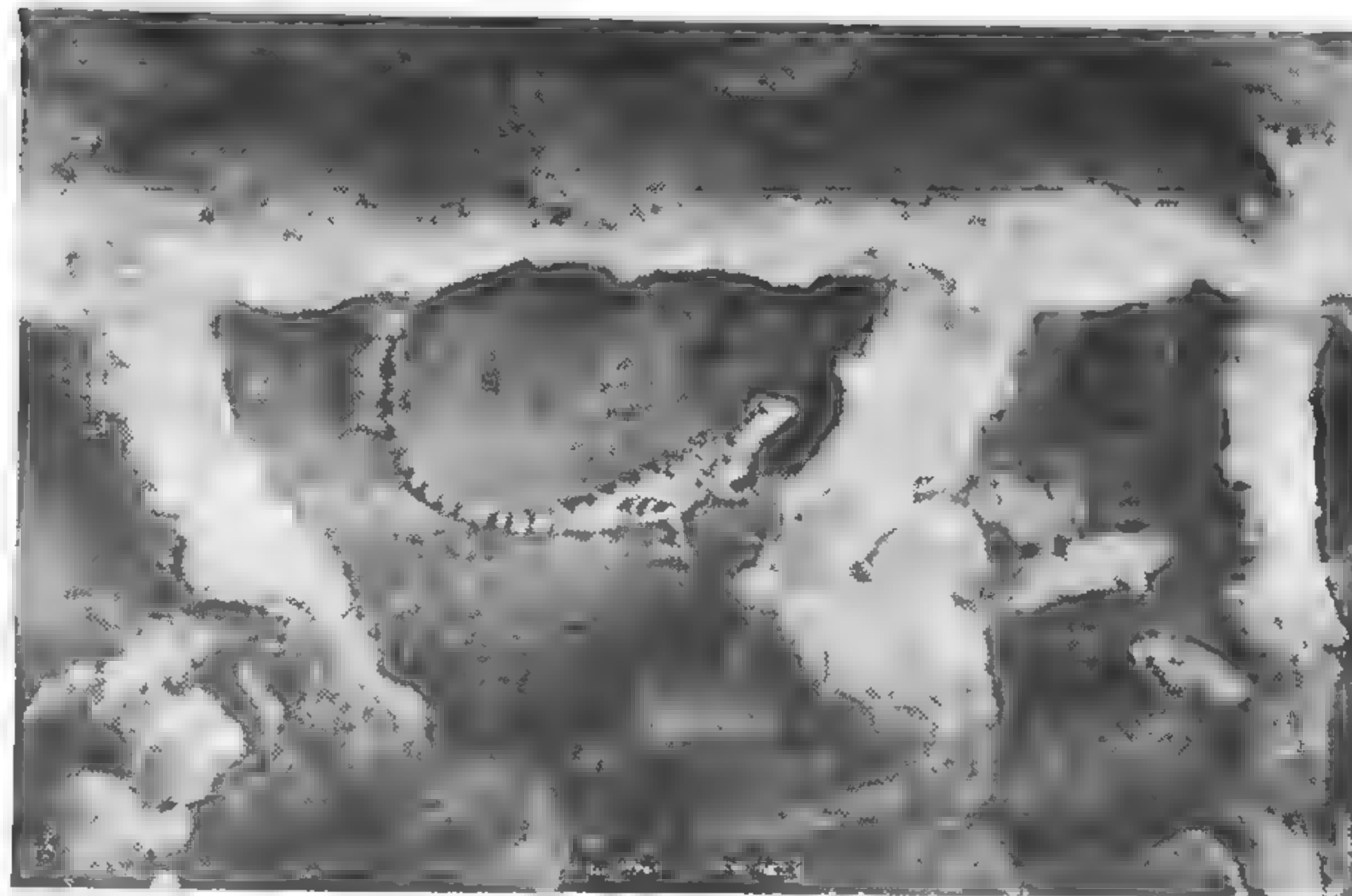
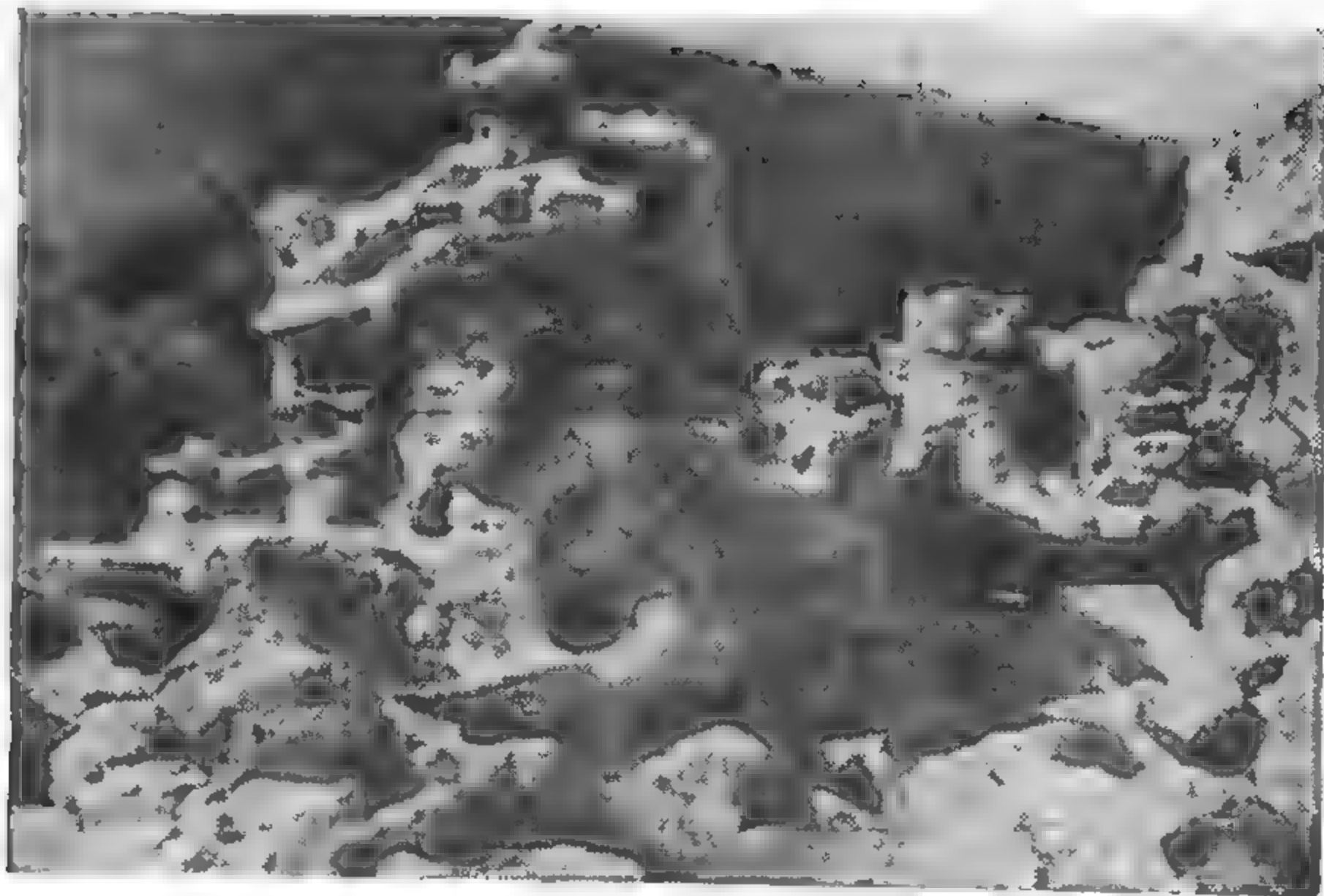
самообучении преодолевается барьер, препятствующий реализации предельной чувствительности глаза к различиям. В данном случае это действительно важно биологически, поэтому при оценке формы объектов по светотени используется предельная чувствительность рецепторов сетчатки к свету.

Хотя сказанное и опирается на целый ряд фактов, однако оно в значительной мере является только гипотезой. Если ее все же принять, то указанные явления легко связать со способностями Розы Кулешовой: ведь она тоже путем упорных упражнений научилась использовать в своем поведении сигналы светочувствительных рецепторов кожи, безусловно, чрезвычайно слабые. Эти соображения, во многом предположительные, заставляют думать, что опыт Розы Кулешовой важен не только с научной точки зрения, но может представлять и незаурядный практический интерес.

Н. Д. Н ю б е р г

Доктор физико-математических наук
Институт биофизики АН СССР (Москва)

«ЗÁМОК» В СУХОМ РУСЛЕ



Этот удивительный многоэтажный «зámок» (высотой 85 см) с причудливыми статуэтками, колоннами, многочисленными «галереями», запутанным лабиринтом ходов «стоит» в одном из сухих русел на южных склонах гор Куланбасы, в западных отрогах Джунгарского Алатау. Здесь грунтовые воды богаты CaSO_4 , из которых, вероятно, около корней растений происходило осаждение карбоната

кальция и образование жесткого каркаса «зámка». Дальнейшая тонкая золотая полировка придала затейливую отделку этому интересному творению природы. «Зámок» оказался обитаем. Вот и его «хозяйка», пораженная направленным на нее объективом фотоаппарата.

М. А. О б о р и н
Пермь

АГРОФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

Рекордная скороспелость и продуктивность светокультур * Ритм жизни растений * Камеры искусственного климата * Радиоселекция и радиостимуляция * Полимеры улучшают структуру почвы * Полупроводники в агротехнике

На окраине Ленинграда расположено монументальное здание. Здесь находится Агрофизический научно-исследовательский институт Министерства сельского хозяйства СССР (АФИ). В одной из его лабораторий, на каменистой почве растут помидоры: под лучами яркого искусственного солнца греются их красные плоды (рис. 1). Период их созревания два месяца. Они обладают прекрасными вкусовыми качествами, богаты сахарами и витамином С.

Какая же чудесная сила ускоряет рост этих растений и дает возможность получить обильный урожай? Эти достижения Института, как и многие другие, получены в результате изучения физических условий жизни растений и умелого их регулирования.



Рис. 1. Томаты в светоустановке АФИ

Этот уникальный Институт, созданный в 1932 г. по инициативе крупнейшего физика А. Ф. Иоффе, занимается применением достижений физики в сельском хозяйстве. Большое внимание в работе АФИ отведено конструированию новых измерительных приборов, автоматических устройств и разработке новых методов исследования. Многие приборы и устройства предназначены для практического применения в сельском хозяйстве.

ВОПРЕКИ КАПРИЗАМ ПРИРОДЫ

Уже в первые годы деятельности АФИ, в связи с изучением действия на растения света, тепла и других физических факторов, была поставлена задача: создать условия жизни растений, не зависящие от капризов природы. В результате была создана установка, где растения выращиваются в контролируемых условиях, обеспечивающих необходимое постоянство внешней среды в больших сериях опытов. Для этого прежде всего нужно было научиться выращивать растения полностью на искусственном свете. Предварительно выяснились требования растений к спектральному составу и мощности лучевого потока. Лампы накаливания излучают более 80 % энергии в инфракрасной области спектра, а усваивается растениями с пользой только самая ближняя часть, остальное количество энергии приносит вред: растения перегреваются и даже получают ожоги. Пришлось поэтому применить водяной фильтр для задержания избытка длинноволновой инфракрасной радиации. После прохождения через воду лучевой поток ламп накаливания по спектральному составу

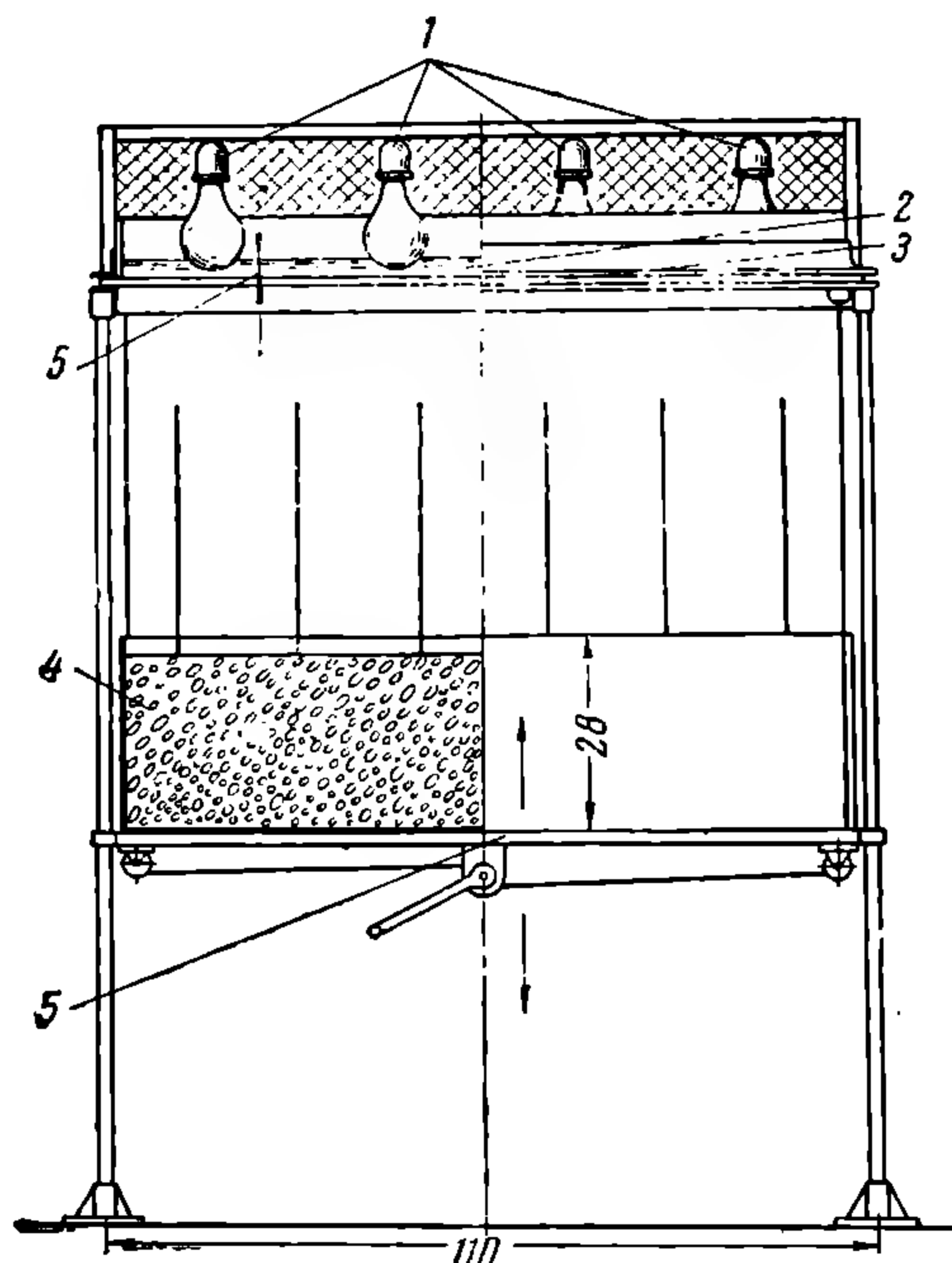


Рис. 2. Установка для выращивания растений на искусственном свете. 1 — зеркальные лампы накаливания; 2 — вода проточная; 3 — зеркальное стекло; 4 — пористый материал (вермикулит, керамзит или перлит), насыщенный питательным раствором; 5 — подвижная платформа, опускаемая по мере роста растений

оказался оптимальным для выращивания многих растений. В результате сконструирована установка (рис. 2), оборудованная 16-ю зеркальными лампами накаливания по 300 *вт* каждая. Все лампы освещают растения на площади в 1 м^2 , что составляет общую мощность 4,8 $\text{квт}/\text{м}^2$.

Растения, выращенные при помощи этих установок, отличаются рекордной скороспелостью и высокой продуктивностью. Например, 36 растений томатов в течение 60 суток (со времени появления всходов) дают урожай в 17—18 $\text{кг}/\text{м}^2$ или 100 $\text{кг}/\text{м}^2$ в год.

Разрабатывается проект монтажа светоустановок внутри плотин гидроэлектростанций, где в непосредственной близости находится дешевая электроэнергия. Усовершенствуется метод светокульту-

ры, при котором лучистый поток источника света создается таким, чтобы не было необходимости ставить водяные фильтры.

ИЗМЕРЕНИЯ ТРАНСПИРАЦИИ

С каждым годом находят все более широкое применение новые методы исследования, которые позволяют получить и новые результаты. Исследован процесс транспирации (испарения воды) растениями фасоли в зависимости от условий освещения. Ход испарения автоматически регистрировался при помощи дистанционного полупроводникового микроэлектротермометра, созданного В. Г. Кармановым.

Растение в течение 6—10 дней находилось в постоянных условиях: при неизменном фотопериодическом ритме — каждый раз свет включался и выключался в строго определенное время, соответственно начиналась и заканчивалась транспирация (рис. 3). Если свет включался позже установленного часа, то транспирация все равно начиналась в начальный момент времени предшествующего фотопериодического ритма (нечто похожее на «условные рефлекс»). Это свидетельствует о том, что у растений есть свои внутренние ритмы жизненных процессов, которые не сразу приспособляются к измененным внешним физическим условиям. Поэтому при искусственном освещении, когда соблюдается постоянство оптимальных условий, растения отличаются высокой скороспелостью и продуктивностью.

В настоящее время разработаны и изготовлены камеры искусственного климата —

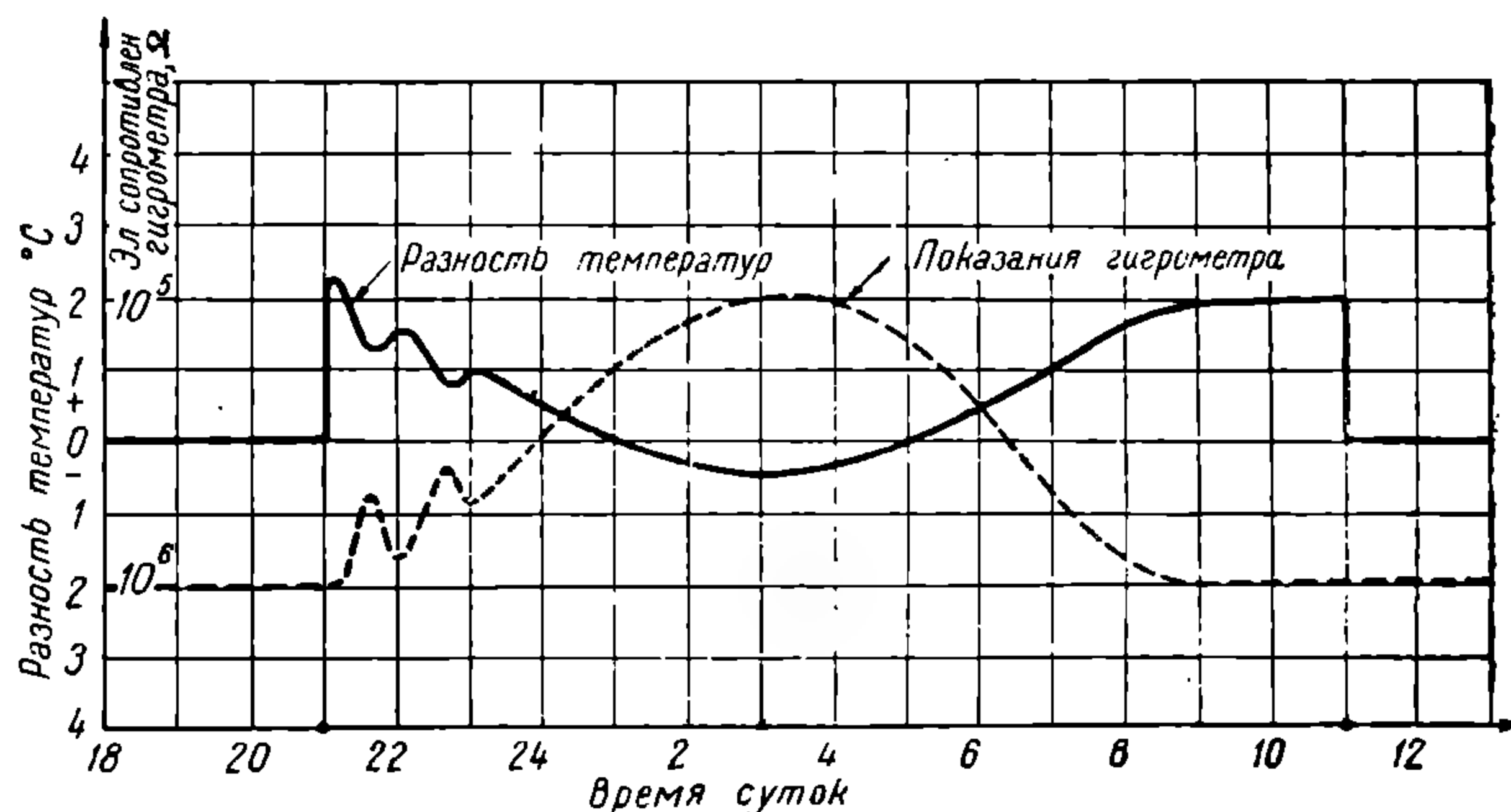


Рис. 3. Ход транспирации по показаниям полупроводниковых микроэлектро- и микрогигрометра (по В. Г. Карманову)

фитотроны, где автоматически, по заданной программе регулируется режим освещения, температура и влажность воздуха, температура питательного раствора. В этих камерах начаты исследования потенциальной продуктивности растений.

ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Построена установка для изучения действия γ -лучей на семена и растения (рис. 4). В качестве источника радиации применен Co^{60} . Прибор позволяет в широких пределах изменять мощность дозы (от 600 до 10 г/мин). Облучаемый объект находится в цилиндрической водонепроницаемой камере, которая автоматически опускается в зону облучения и после заданной экспозиции поднимается при помощи дистанционного устройства.

Прежде всего было установлено, что последствие облучения резко зависит от дальнейших условий жизни растений. После облучения семян дозой 100 кг растения, выращенные в обычных светоустановках, зацвели на 5 дней позже контрольных и дали плоды одновременно с контрольными. При световом потоке, уменьшенном в пять раз, растения в результате облучения той же дозой (100 кг) зацвели на 30 дней позже контрольных и плодов не завязали. В полевых

условиях выращивания доза 100 кг летальна, т. е. приводит к полной гибели растений. Таким образом, при оценке летальности той или иной дозы облучения нужно учитывать и условия жизни растений и, как мы увидим, физиологическое состояние объекта во время облучения, а также способ последнего. Результаты действия радиоактивных излучений на живые организмы крайне разноречивы. Это объясняется различием условий постановки экспериментов и часто приводит к противоположным выводам. Главной проблемой радиоселекции является повышение выхода хозяйственно ценных форм. Перспективным можно считать сочетание действия ионизирующих облучений с гибридизацией.

Если большие дозы представляют интерес для радиоселекции, то малые, при благоприятных условиях выращивания, в ряде случаев приводят к радиостимуляции. Стимуляция после предпосевного облучения семян различных видов растений находится в тесной зависимости от их радиочувствительности. По данным Е. И. Преображенской, устойчивость видов к гамма-лучам сильно изменяется в зависимости от дозы.

Различия по сортам проявляются в переходе из одной группы радиочувствительности в другую. Чтобы получить эффект радиостимуляции, нужно принимать во внимание чувствительность растений к действию

облучения. Например, в условиях опыта радиочувствительные виды растений могут дать положительный эффект в результате облучения семян дозой до 200 г, тогда как виды, отнесенные к устойчивой группе, имеют более высокую стимулирующую дозу, т. е. 200—500 г.

Эффект радиации в свою очередь зависит не только от величины дозы, но и от ее мощности, т. е. от времени облучения той или иной интенсивностью. В результате изменения мощности облучения при одной и той же дозе (5000 г) у злаков в условиях опыта выяснено положительное влияние ма-



Рис. 4. Внешний вид гамма-установки

лых мощностей (4—10 г/мин.), а у бобовых 100 — 150 г/мин.

Физиологические особенности и влажность семян также существенно влияют на последствия облучения. Увеличение влажности семян пшеницы усиливает их радиочувствительность, в то время как изменение влажности семян фасоли почти не отражалось на результате опытов.

При благоприятных условиях жизни растений эффект стимуляции позволяет получить увеличение урожая. Применение радиостимуляции в практике будет возможно, когда мы получим достаточно надежные долгосрочные прогнозы погоды. Облучение гамма-источником вегетирующих растений на различных этапах их развития малыми дозами может привести к улучшению структуры растений и их биохимических свойств.

Большой интерес представляют исследования природы действия ионизирующего излучения на растения. В клетках листьев растений нарушаются водородные связи и, следовательно, изменяется содержание водородных ионов, образуются свободные радикалы, меняется форма пластид. Они разделяются на гранулы, которые с течением времени образуют новые пластиды, отличающиеся от исходных по величине и форме. По-видимому, этот процесс и вызывает их функциональные особенности. Вследствие этого меняется активность ферментов и происходит изменение биохимических процессов. Меняется также вязкость протоплазмы. Под влиянием облучения она уменьшается и вновь увеличивается. Синхронно с этим эффектом изменяются и другие показатели: усиливается дыхание, уменьшается содержание сахаров и белка.

Примером методических работ может служить изучение так называемого изотопного эффекта. Известно, что радиоактивные изотопы несколько отличаются по своей массе от стабильных. На основании этого было сделано предположение, что скорость их движения в растительном организме различна. Другими словами, был поставлен под сомнение метод меченых атомов, нашедший широкое применение в физиологических и биохимических исследованиях.

Исследования, проведенные на масс-спектрометре, показали с точностью до 2% отсутствие изотопного эффекта. Этот вывод имеет большое методическое значение.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ

Один из важных разделов работы Института — разработка проблемы применения полимеров для улучшения физических условий жизни растений. Исследования идут в двух основных направлениях: применение полимерных светопрозрачных пленок в овощеводстве и использование полимерных веществ для повышения водопрочности почвенной структуры.

В овощеводстве защищенного грунта в настоящее время применяется главным образом полиэтиленовая пленка. В экспериментальном хозяйстве Института сооружены четыре теплицы площадью по 500 м² каждая (рис. 5). Конструкция теплиц каркасно-рамная. С двух сторон рамы обтянуты пленкой. Теплицы эксплуатируются уже второй сезон с частичной заменой пленки. В теплицах с двумя слоями пленки складываются вполне благоприятные микроклиматические условия. Урожай огурцов достигает 16 кг с 1 м². Затраты на строительство окупались продукцией уже в первый год использования теплиц.

Неблагоприятные физические условия в почве во многих случаях ограничивают возможности растениеводства. Это подзолистые почвы, солонцы, лёссовидные суглинки и др. Улучшить их можно путем искусственного склеивания мелких частиц в более крупные агрегаты внесением полимеров: гидролизованного (омыленного NaOH)



Рис. 5. Теплицы, покрытые полиэтиленовой пленкой (экспериментальное хозяйство «Меньково», АФИ)

полиакрилонитрила, полиакриламида, пре-
парата К-4 и К-6 (около 0,1% к весу
сухой почвы). В такой почве влага удержи-
вается в достаточном количестве, а воздух
занимает свободные от воды поры между
агрегатами, растения обеспечиваются во-
дой, а их корни — кислородом. Продукт
жизнедеятельности микроорганизмов— CO_2 —
свободно диффундирует из почвы в при-
земный слой атмосферы и здесь потребляет-
ся на фотосинтез растений. Такие условия
усиливают деятельность полезных микроор-
ганизмов, количество их возрастает, плодо-
родие почвы повышается.

Сельское хозяйство нуждается в более
широком производстве полимеров, предна-
значенных для улучшения почвенной струк-
туры.

ПОЛУПРОВОДНИКИ И НОВЫЕ ПРИБОРЫ

Как уже указывалось, большое место
в работе Института занимает разработка но-
вых методов исследования и в соответствии
с этим — создание приборов, аппаратов и
автоматических устройств для контроля, из-
мерений и для регулирования. Большинство
приборов создано на основе применения по-
лупроводников. При этом используется
главным образом изменение электрического
сопротивления полупроводников в зависи-
мости от их температуры.

Разработаны дистанционные электротер-
мометры, электропсихрометры, балансоме-
ры, люксометры, а также охлаждающие
устройства целевого назначения. Создан-
ны и испытаны макеты охлаждающих по-
лупроводниковых устройств: холодильный
термостат для поддержания заданной темпе-
ратуры (около 0°C) в биологических объек-
тах (сыворотки, крови, спермы и др.) при
их транспортировке и хранении. Ценны так-
же полупроводниковые охлаждающие до $3-5^\circ\text{C}$
устройства для молока.

Среди новых разработок — автомати-
ческое устройство для измерения величины
испарения с сельскохозяйственного поля
по методу теплового баланса. Устройство
комплектуется балансомером, измеряющим
радиационный баланс лучистого потока
Солнца, двумя электропсихрометрами, даю-
щими величины градиентов температуры и
влажности воздуха на двух высотах, и теп-
ломера, учитывающего этот теплообмен
между почвой и ее поверхностью.

Это позволяет дать научную оценку про-
дуктивности использования запасов влаги в

почве в зависимости от способов ее обработ-
ки, мульчирования, мелиорации и других
приемов регулирования водного режима.

Разработан дистанционный автомати-
ческий электропсихрометр, непосредствен-
но измеряющий относительную влажность
воздуха и позволяющий ее регулировать,
например, в теплицах.

К сожалению, большинство приборов Ин-
ститута еще не выпускается промышленно-
стью, хотя спрос на них достаточно велик.

* * *

Разработка новых методов исследования
и измерительных приборов позволяет полу-
чать информацию о процессах жизнедея-
тельности растений и их реакции на измене-
ние внешних условий, что в сочетании с раз-
витием теории процессов, определяющих
жизнедеятельность растительных организ-
мов, позволит в будущем решить такую
фундаментальную задачу, как автомати-
ческое управление ростом и развитием расте-
ний. Первоначально эта проблема будет
решена в растениеводстве защищенного грун-
та, а позже в известной мере и в полевых
условиях.

Развитием средств измерения (информа-
ции) уже положено начало применения ки-
бернетики в растениеводстве.

Исследование в области кибернетики и
теоретических основ метеорологии позволит
обеспечить сельское хозяйство надежными
долгосрочными прогнозами погоды. Вслед
за этим кибернетические методы дадут воз-
можность учесть все многообразие природ-
ных и экономических условий размещения
посевов сельскохозяйственных культур,
техники, удобрений и всех остальных мате-
риальных ресурсов, обеспечивающих выра-
щивание, уборку, хранение необходимого
количества продуктов по минимальной сто-
имости.

Существенный вклад в решение этой
общей проблемы внесут и агрофизики.

Краткий обзор некоторых достижений
Агрофизического научно-исследовательско-
го института подтверждает растущее значе-
ние физических методов исследований в аг-
рономии. Важно, чтобы результаты его ра-
боты быстрее внедрялись в практику, спо-
собствуя выполнению общенародной задачи
дальнейшего подъема и развития сельского
хозяйства нашей страны.

Л. Н. Степанов
Кандидат технических наук
Ленинград

МХИ В ПАЛЕОЗОЕ АНГАРИДЫ

В 1958 г. в Москву для ознакомления с палеоботаническими коллекциями приезжал видный американский палеоботаник, профессор Генри Эндрьюс. Как известно, палеонтологу важно увидеть материал непосредственно, а не только на иллюстрациях, даже наиболее высококачественных. Доктор геолого-минералогических наук М. Ф. Нейбург показала ему свои образцы и препараты. Рассматривая один из этих препаратов, Эндрьюс спросил: «Какого возраста это растение?» Ему ответили: «Это пермь». Профессор снова склонился над микроскопом, затем оглядел присутствующих и сказал: «Я не верю своим глазам! Неужели это мхи?»

Это были действительно мхи, палеозойские листостебельные мхи² — прекрасные препараты, на которых были видны все детали строения. И естественно, что Эндрьюс так удивился: до этого мхи, не считая нескольких проблематических находок, определялись только из третичных отложений. Все третичные остатки весьма сходны с современными мхами, поэтому они не могут дать ответа на вопрос о происхождении и истории развития этой группы растений. За отсутствием материалов, внезапное появление мхов и вся их предыдущая история оставались совершенно непонятными. Пожалуй, немногие палеоботаники считали, что мхи действительно появились только в третичное время. Ведь было же найдено два обрывка, напоминающих мхи, в каменноугольных отложениях Франции. Почему же мы не находим остатков этих растений в других местах и других отложениях? Некоторые исследователи были склонны видеть в этом закономерную неспособность их выдержать захоронение. Чтобы проверить это, были даже поставлены специальные эксперименты. Дерновинки мхов помещались в растворы кислот

и щелочей, и оболочки клеток даже при слабой концентрации быстро растворялись. Так возникла теория, что мхи имели слишком нестойкие оболочки и поэтому не могли сохраняться в осадках. Предполагалось также, что только в третичное время мхи выработали некоторые противогнилостные свойства, способствовавшие их сохранению в ископаемом состоянии, чем и объясняется их внезапное «появление».

Такие взгляды не подвергались сомнениям до 1956 г., когда в «Докладах Академии наук СССР» появилась небольшая статья М. Ф. Нейбург¹, содержащая первое

¹ См. «Доклады АН СССР», т. 107, 1956, № 2, стр. 321—324.

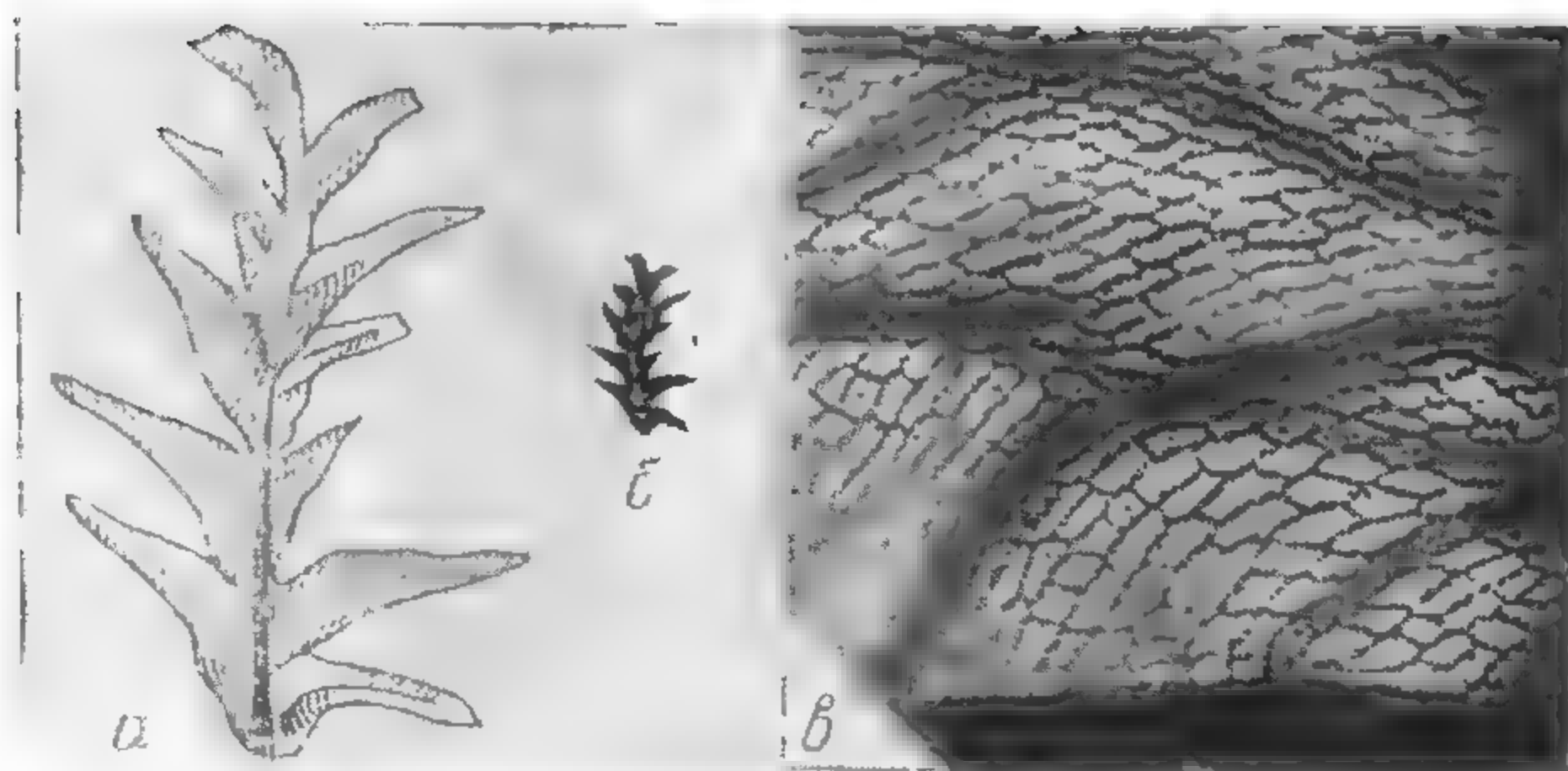


Рис. 1. Мох *Polyssaievia spinulifolia* Neub.; а — внешний вид (увелич. в 4 раза); б — то же, в натуральную величину; в — микроструктура (увелич. в 150 раз)

¹ Ангарида — древний материк, существовавший в палеозое и мезозое на месте современной Северной Азии, Урала и Печорского бассейна.

² Здесь и в дальнейшем речь идет только о так называемых листостебельных мхах, печеночные мхи не рассматриваются.

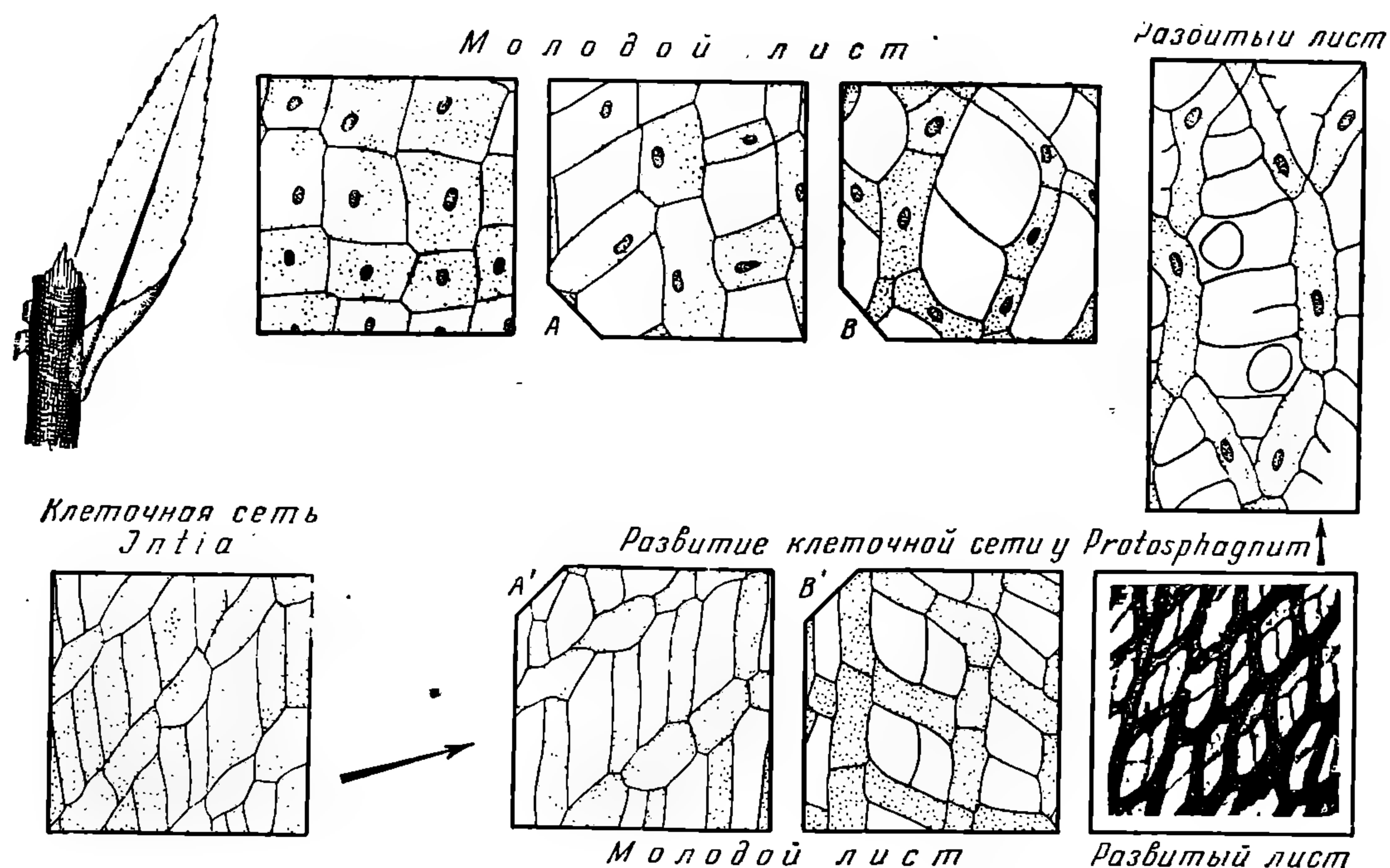


Рис. 2. Индивидуальное развитие клеточной сети у современного *Sphagnum*'а и пермского *Protosphagnum*. Слева — лист *Intia* (увелич. в 8 раз) и его клеточное строение. Все рисунки клеточного строения даны при увеличении в 300 раз, для развитого листа *Protosphagnum* дана микрофотография с увеличением в 150 раз. А и А', В и В' — соответствующие фазы развития клеточной системы. Живые клетки обозначены точками, шалиповые оставлены пустыми. Стрелками показаны предполагаемые направления развития клеточной сети (*Intia* — *Protosphagnum* — *Sphagnum*)

сообщение о находке пермских мхов в континентальных отложениях трех угленосных бассейнов Советского Союза: Кузнецкого, Печорского и Тунгусского. В этой статье были описаны и изображены совершенно достоверные листостебельные мхи, принадлежащие к нескольким новым родам. Все определения были убедительно подтверждены микрофотографиями.

В 1960 г. М. Ф. Нейбург опубликовала уже полное монографическое описание пермских мхов на материале в несколько сот образцов. Откуда могло взяться такое множество образцов, если до этого не было практически ни одного? Ведь материал был получен из такого неплохо, в общем, изученного бассейна, как Кузнецкий. Причин этому, по-видимому, несколько. Во-первых, мхи часто очень плохо заметны на породе, и только после первых находок глаз привыкает их различать. Зато при последующих, уже целенаправленных сборах, мхи стали обнаруживаться всюду. Во-вторых, пока не были изучены образцы хорошей сохранности, обрывки мхов часто принимались просто за

растительную «сечку». В-третьих, некоторые остатки мхов, если и встречались раньше, то не подвергались тщательному изучению. На основе лишь чисто внешнего сходства их относили то к хвощам, то к плаунам, а то и к хвойным. Слишком сильно было господствовавшее мнение, что мхи в палеозое либо отсутствуют вообще, либо не сохраняются. Чтобы распознавать в этих остатках мхи, надо было посмотреть на этот материал совершенно новыми глазами.

Впервые мхи были обнаружены М. Ф. Нейбург в Кузнецком бассейне, в кернах буровых скважин, еще в 1941 г. С тех пор материал постепенно накапливался и с каждым годом его становилось все больше, и все из новых и новых мест. Уже первые находки были внешне очень похожи на листостебельные мхи. Но обычно остатки такого типа (рис. 1) относили, руководствуясь авторитетным мнением палеоботаника М. Д. Залеского, к роду хвойных *Walchia*. Чтобы опровергнуть это мнение, следовало изучить тонкое анатомическое строение остатков. Изучение полученных препаратов подтвер-

дило, что это действительно листостебельные мхи.

При исследовании анатомического строения прежде всего бросилось в глаза, что у одних мхов все клетки, составляющие листочек, однотипны, как это обычно бывает у так называемых зеленых мхов, а у других — клетки двух различных типов (диморфные). Такой диморфизм характерен для сфагновых (торфяных) мхов.

Изученные пермские зеленые мхи в главных чертах своего анатомического строения не слишком отличаются от своих ныне живущих родичей. Например, пермская *Intia* (рис. 2) очень похожа на современные *Bryum* или *Mnium*. Однако между ними есть и очень существенная разница. Присмотревшись внимательно к клеточному строению *Intia*, можно заметить, что клетки, слагающие лист, расположены не однообразно, а образуют длинные ряды, между которыми помещаются остальные клетки, ориентированные под прямым углом к этим рядам. В отдельных участках получаются как бы группы клеток: две клетки стоят, а третья накрывает их сверху.

Теперь посмотрим на микроскопический препарат пермского сфагнового мха *Protosphagnum*. Здесь тоже легко заметить сходную систему клеток, но более совершенную, усложненную. Если у *Intia* все клетки одинаковы, то здесь они двух типов: одни выполнены темным содержимым и образуют сеть, а уже в ячейках этой сети сидят пустые клетки. Строение листа современного сфагнового мха более сложно, но в принципе то же, только клеткам с темным содержимым соответствуют живые хлорофиллоносные клетки, а пустым клеткам — так называемые гиалиновые клетки, у современных сфагнов — это специализированные мертвые клетки, снабженные порами и спиральными утолщениями. Благодаря этим клеткам, сфагновый мох легко впитывает и удерживает воду. Разумеется, в течение жизни одного растения такое сложное устройство развивается не сразу, и клеточное строение молодых листочков сильно напоминает то, что мы видим у пермского *Protosphagnum*.

Здесь нельзя не вспомнить, что у многих организмов, как животных, так и растительных, на ранних этапах индивидуального развития проявляются черты строения, свойственные их предкам. В биологии такое явление, отмеченное М. Ф. Нейбургом и для мхов, называется рекапитуляцией. Напра-

шивается вывод, что пермские мхи типа *Protosphagnum* — далекие предки настоящих сфагнов, но еще не настоящие сфагны. На основе значительного отличия от современных представителей, пермские сфагновые мхи М. Ф. Нейбург выделяет в особый порядок *Protosphagnales* (древние сфагновые мхи). Кроме упомянутого рода *Protosphagnum*, сюда входят еще роды *Vorcutannularia* (рис. 3) (это растение сначала ошибочно относили к хвощам), *Junjagia* и др.

Однако вернемся ненадолго к *Intia*. Мы уже говорили о сходстве в расположении клеток у нее и у *Protosphagnum*. Эта «сфагнообразная» группировка клеток *Intia* навела исследователя на мысль, что сфагновые мхи, возможно, произошли от зеленых мхов. В современной ботанике происхождение сфагновых мхов чаще всего связывают с печеночными мхами из группы юнгерманиевых. Не исключено, что теперь этот вопрос придется пересмотреть.

Мы уже видели, что пермские и современные мхи в основных чертах своего строения очень сходны. Естественно предположить, что это сходство вызвано условиями жизни, в которых жили те и другие. Мхи образуют основной фон растительности торфяных болот. Пермская флора Кузнецкого, Тунгусского и Печорского бассейнов, по общему признанию палеоботаников, представляет собой флору умеренного типа. Это отчасти подтверждают часто встречающиеся остатки почечных чешуй. Годичные кольца ископаемой древесины в этих бассейнах сви-

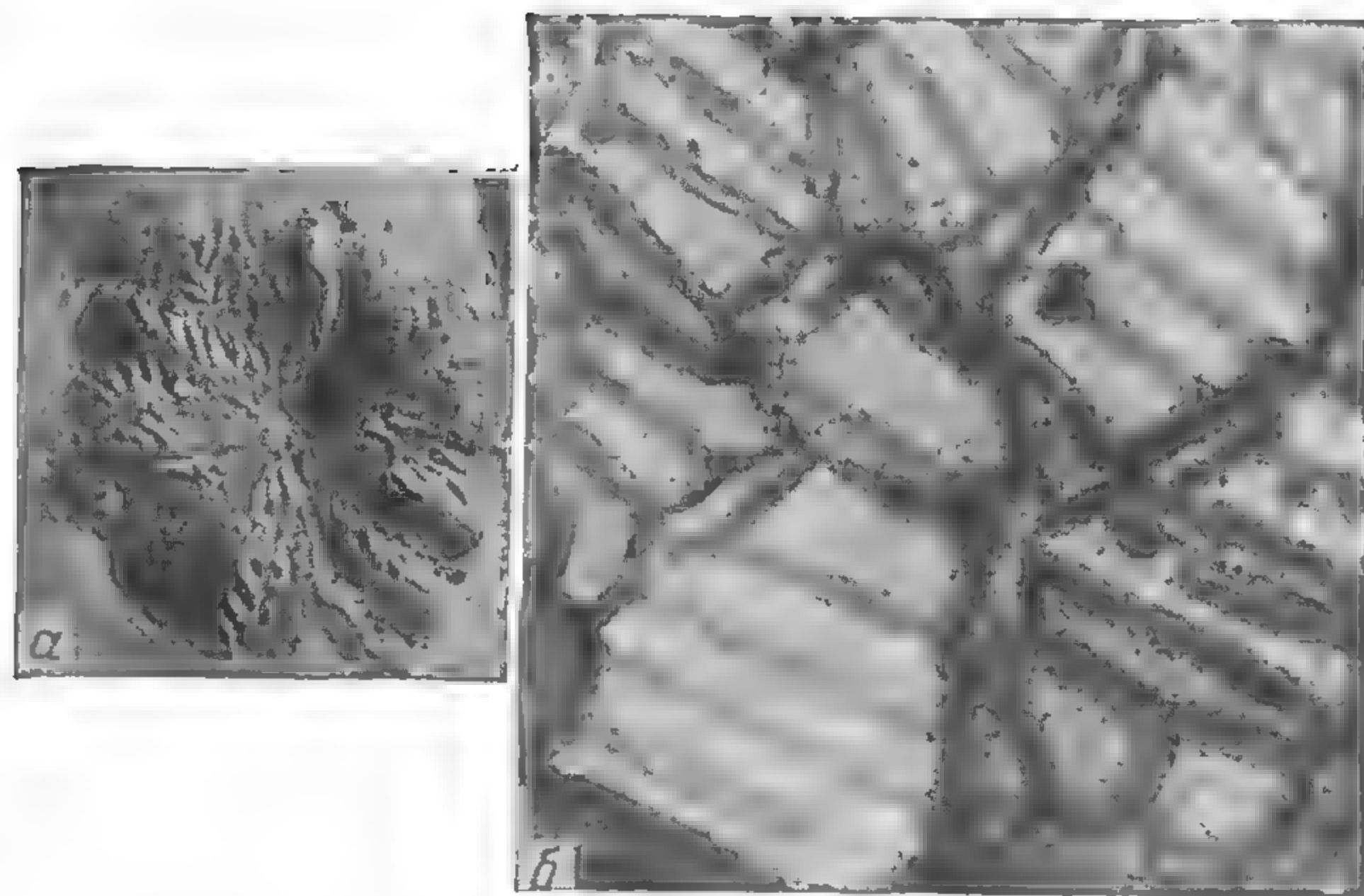


Рис. 3. Мох *Vorcutannularia plicata* Neib.; а — внешний вид в натуральную величину; б — микроструктура (увелич. в 150 раз). Это растение первоначально относили к хвощам

детельствуют о сезонных колебаниях климата. Находки мхов не только не противоречат этим предположениям, но, наоборот, подтверждают их. Вероятно, и в перми листостебельные мхи способствовали образованию болот и торфяников различного типа. До этого считали, что пермские угли Ангарида образовывались, главным образом, за счет голосеменных растений, кордаитов, и сопутствующих им растений. Однако теперь выявляется очень серьезное участие в углеобразовании и мхов. Они встречаются преимущественно в кровле угольных пластов. В Тунгусском бассейне автором статьи в последнее время найдены также углистые сланцы, почти целиком сложенные из обрывков мхов. Возможно, что в представления о материнском веществе углей Ангарида придется внести соответственные уточнения.

Для того, чтобы определить возраст угленосных осадков, палеоботаники изучают остатки захороненных в них растений. Для таких стратиграфических целей изучают остатки папоротников, хвощей, голосеменных растений и т. д. Теперь к этим растениям следует добавить еще и мхи. Так как мхи очень хорошо сохраняются в породе, легко различаются по анатомическому строению и внешнему виду и сравнительно часты, то уже при нынешней изученности этой группы растений можно говорить о возможности использования мхов для стратиграфических целей. Описанные к настоящему времени виды мхов заняли определенное место в геохронологической таблице и уже успешно используются для возрастного сопоставления различных угленосных толщ. Интересно, что некоторые виды мхов, встречаясь вместе, образуют устойчивые сообщества, поворачивающиеся в различных бас-

сейнах. Это делает проводимые сопоставления еще более надежными.

История палеоботаники знает немало открытий, заставлявших пересмотреть многие воззрения на пути эволюции растительного мира. К числу таких открытий относится, например, установление Г. Скоттом (Англия) семян у каменноугольных растений, по внешнему облику не отличимых от настоящих папоротников. Весьма неожиданной была находка Р. Кидстоном и В. Лэнгом (Англия) девонских псилофитов — первых наземных растений. Это один тип работ, в которых только сообщалось о совершенно новых группах растений, но законченного или сколько-нибудь полного исследования их при этом не было произведено. Другого типа исследование было проведено, например, шведским палеоботаником Р. Флорином, который привел в порядок весьма сложную и запутанную группу ископаемых хвойных палеозоя, т. е. провел пунктуальное изучение уже известных растений. Исследование М. Ф. Нейбург как бы объединяет в себе черты обоих типов работ: она не только впервые сообщила об установлении новой для палеозоя группы растений, но и провела систематическое изучение. Это позволило ей сделать ряд выводов, весьма важных для палеоботаники, ботаники, палеогеографии, углепетрографии и ряда других наук. Обобщения, сделанные на основе полученных ею новых данных о направлениях эволюции листостебельных мхов, конечно, не окончательны. Надо думать, что открытие пермских мхов привлечет внимание исследователей к поискам этих растений не только в палеозойских, но и в мезозойских отложениях.

С. В. Мейен

Геологический институт АН СССР (Москва)

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 6 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

СОЛНЕЧНЫЕ КАРПУСКУЛЫ И МЕЖПЛАНЕТНАЯ СРЕДА. Э. Р. Мустель

ЭНЕРГИЯ СИБИРСКИХ РЕК И СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ. В. С. Антонов

БОЛЕЗНИ БАКТЕРИЙ. Статья чл.-корр. АН СССР В. Л. Рыжкова

«РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ЗЕМЛЯ» И ПОСПЕШНАЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ. Ю. М. Шейнманн



В степном Крыму раскинулись
бескрайние виноградники

РОДНАЯ
страна

ОБНОВЛЕННЫЙ КРЫМ

Озелененные автострады * Сады и виноградники * Богатый край советской
земли

О природе Крыма часто судят не по степной его части, которая занимает 75% площади полуострова, а по узкой, окаймленной горами полосе. Там, на южном берегу, занимающем в длину 110, а в ширину лишь от 2 до 6—8 км, — теплое море, горы, покрытые лесами и виноградниками, персиковыми, абрикосовыми, грушевыми садами. В парках растут гималайские, ливанские, атласские кедры, гигантские красноствольные секвойи, раскидистые платаны, свечеобразные кипарисы, магнолии, японская мушмула, которая цветет зимой, распространяя дурманящий аромат.

Как резко контрастировали южнобережные ландшафты с бедным степным нарядом! «Есть Крым счастливый и есть Крым степной», остроумно подчеркнул один путешественник всю глубину несходства южного берега с северным, западным и восточным Крымом. Но это было справедливо много

лет назад. Сейчас лик степной Тавриды резко изменился.

Еще недавно полуостров пересекали грунтовые, в лучшем случае профилированные и лишь кое-где щебеночные дороги. А теперь дороги Крыма — это широкие и бесконечные асфальтированные коридоры между стенами зеленых посадок. Придорожные насаждения очень разнообразны, в них много декоративных, диких плодовых и сортовых садовых растений.

Обсадка деревьями одной из самых оживленных автострад Москва — Симферополь была приурочена к великой дате — 40-летию Октября. Теперь между Джанкоем и Симферополем — придорожные аллеи из грецкого ореха, миндаля, сортового абрикоса. Следующий ряд состоит из ясеня, клена, пирамидального тополя. Другой отрезок дороги обсажен яблонями лучших сортов. Справа и слева от дороги — лесополосы.



Грушевые сады под Симферополем

Часть дороги от Евпатории до Черноморского побережья обсажена пятью рядами яблонь и абрикосов. Дальше — десятикилометровый коридор из алычи, абрикоса, клена. А вдоль пути от Евпатории к Раздольному белые акации посажены в неглубокие траншеи: так они лучше защищены от ветра. Кроме того, в траншеях дольше держатся дождевая влага и влага тающих снегов. Многие отрезки Керченской магистрали облюбовала японская софора, вишня, тамарикс, шиповник. Эти насаждения умеряют крымский зной и защищают дороги от пыльных бурь, снежных заносов.

Крым издавна славится своим виноградом, грушами, яблоками, но росли они только к югу от Симферополя. Конечно, и сейчас большая часть степных просторов Тавриды отведена под зерновые посевы (в особенности кукурузные), пастбища и другие сельскохозяйственные угодья. Сады же и виноградники лишь вкраплены во все степные пейзажи Крыма.

В знойных крымских степях виноградники и особенно сады нуждаются в искусственном орошении, возможности же его были крайне ограничены. Положение кардинально изменится после постройки Северо-Крымского канала. Сооружение его началось в 1961 г., первую очередь предполагается завершить в 1966 г.

Канал берет свое начало в Каховском море, пройдет по Херсонской области, пере-

сечет Турецкий вал в Крыму и, достигнув Джанкоя, разольется просторным водохранилищем. От него пойдут каналы на Керчь и в противоположную сторону — на запад, а также на юг. Еще одна ветвь канала пойдет на северо-запад. Крымчане добывают воду из артезианских колодцев и искусственных водохранилищ, в которых собирается снеговая и дождевая вода, сбегаящая с гор. Сейчас в степях пробурены сотни артезианских колодцев, построено крупное (конечно, в масштабах Крыма) водохранилище — Симферопольское море, строятся новые водохранилища на западе и востоке. Поражает размах виноградарства и садоводства степного Крыма. Если ехать по шоссе Симферополь — Керчь и, миновав древнюю столицу Тавриды — Старый Крым, свернуть на север, то вскоре попадаешь в такое обширное зеленое царство, которому, кажется, и конца нет. Это виноградарско-садоводческий совхоз «Золотое поле». У самой дороги посажены лесные полосы — защита от ветров и пыльных бурь: крымские сосны, а между ними — кусты орешника; грецкий орех чередуется с черешней, с кандиль синопом или с алычой. А за защитными насаждениями — огромные прямоугольники или квадраты виноградников. Особенно хороши они осенью, когда на одной клетке созревают грозди Муската белого, а на другой — Муската розового, сладчайшего Педро-Хименеса, когда большие кисти Рис-

линга, Кокура, Сильванера, Алиготе, кажется, только и ждут, чтобы превратиться в шампанское, а Кара-Бурну, Паркентский розовый и Тайфи розовый — в столовые вина.

Здесь строятся водохранилища, оросительные каналы, плотины на мелкой, ныне степной, речке Мокрый Индол, и скоро с горы Агармыш, возвышающейся над всеми землями «Золотого поля», в самую глубь окрестных степей побежит чистая вода.

Подобно этим землям, голой степью был и противоположный уголок крымской земли на стыке Симферопольского, Бахчисарайского и Сакского районов. Теперь здесь второй по величине виноградарский совхоз Крыма. Он так и называется «Виноградный».

Наиболее величественная картина преображенного Крыма открывается перед путешественником на пути от Северного Крыма — от Чонгарского моста к Симферополю. Только берега Сиваша, просоленные, голые, без почвенного покрова, не пригодны для винограда. Но ближе к Джанкою на многих отрезках пути виноградники и сады тянутся до самого горизонта.

Сейчас в степном Крыму лесов становится все больше и больше. Наиболее крупные массивы их раскинулись в одном из самых знойных мест полуострова — под Керчью. Зеленеют заросли дуба, грецкого ореха, много здесь и плодовых, особенно дикого абрикоса. Уже свыше 3 тыс. га леса посажено на Керченском полуострове, к концу семилетки прибавится еще столько же. А ведь раньше считалось, что здесь деревья расти не могут!

Кроме того, за последние годы в Крыму насажено много зеленых заслонов: у Саки, Евпатории, Симферополя. Обсаживаются и крутые склоны вокруг Севастополя, Феодосии и других городов.

Читатель получил бы неполное представление об изменившейся панораме Крыма, если бы мы не рассказали о новых селениях. Они построены по единому плану. Широкие улицы, просторные дома под черепичными крышами, они строятся еще до приезда их будущих хозяев и ожидают их.

В деревнях и селах раскинулись парки, цветники. Прекрасный парк разбит в колхозе «Яркое поле» Кировского района. Здесь туркестанский тополь растет рядом с широколистной катальпой, крымской сосной, северной белой березой и бамбуковидным камышом. Цветут штамбовые, кустовые,

вьющиеся розы. Создается большой парк, и в совхозе «Виноградном» радуют глаз южные кедры, кипарисы, платаны и такие «чудеса», как секвойя гигантская, — правда, она еще пока ростом по плечо взрослому человеку.

Успешное обновление природы Крыма стало возможно благодаря большому энтузиазму широких масс общественности. Кроме того, государство идет на большие затраты, чтобы сделать Крым еще более богатым и красивым краем советской земли. Из западных районов Украины и других областей страны сюда приезжают новые жители. Новоселы получают от государства большие субсидии. В Крым завезено и продолжает завозиться большое число машин для виноградарства и садоводства, оборудование



На оголенных вырубках по склонам Крымских гор теперь растут грецкий орех и плодовые деревья

Фото И. Божинова



Новые виноградники возникают и на Южном берегу Крыма

для винодельческих и консервных заводов, для бурения артезианских колодцев и сооружения Северо-Крымского канала.

В Никитском ботаническом саду выведены и успешно размножаются замечательные сорта плодовых деревьев для степных, предгорных и горных районов и красивейшие субтропические декоративные растения.

В этой большой работе есть еще недостатки. В одном месте поспешили посадить виноград, не позаботившись подобрать наиболее подходящие для этого места сорта, или посадили большой сад, но не справляют-

ся с уходом за ним. Не хватает заводов для переработки винограда и фруктов, не хватает плодохранилищ, транспорта для отправки фруктов в центр страны; не хватает рабочих рук и машин. Однако Крым все больше овладевает своей новой экономикой, новым степным виноградарством и садоводством. Все более привлекательным становится новый степной наряд древней Тавриды. Это яркий пример обновления Советской земли.

Г. А. Соколов
Москва

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 6 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

ПРОБЛЕМЫ ОКЕАНОЛОГИИ. Статья чл.-корр. АН СССР Л. А. Зенкевича

ЗВУК РАСКРЫВАЕТ ТАЙНЫ ОКЕАНА. Статья чл.-корр. АН СССР Л. М. Бреховских

ХИМИЯ ПЛАНЕТ. Статья Ю. В. Ходакова

ВРАЧ-МЫСЛИТЕЛЬ

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ С. П. БОТКИНА

Зарождение в России подлинно научной клинической медицины связано с именем Сергея Петровича Боткина. Великий врач и педагог, он умел увидеть глубоко скрытый потаенный ход болезни и мысленным взором преподать развитие науки на десятки лет вперед. «Влияние его сохранится на все времена», — говорил о нем Илья Ильич Мечников. И если современный клиницист лечит лучше, увереннее врача боткинских времен, то лишь потому, что такие могучие таланты, как Боткин, подняли медицину на своих плечах.



Сергей Петрович Боткин
1832—1889

ПУТЬ К НАУКЕ

Сергей Петрович Боткин родился в 1832 г. в семье крупного московского купца-чае-торговца. До 15 лет С. П. Боткин воспитывался дома, но не с купеческой лавкой связаны первые впечатления его детства: с юных лет он попал в круг лучших людей своего времени. Его старший брат и воспитатель, Василий Петрович, входил в кружок Н. В. Станкевича, членами которого были В. Г. Белинский, А. И. Герцен, Т. Н. Грановский — все они нередко посещали дом Боткиных. Здесь «юная Москва» допоздна спорила об университетских профессорах, о значении естествознания, о польском вопросе и многом другом, что тревожило в ту пору молодые умы.

Пятнадцатилетний Боткин поступил в пансион, а еще через три года выдержал вступительный экзамен в Московский университет. Он мечтал стать математиком, но в это время был издан приказ, по которому на все факультеты, кроме медицинского, принимались лишь выпускники казенных гимназий. Боткину, вышедшему из частного учебного заведения, пришлось пойти на медицинский факультет.

Крымская война застала его студентом IV курса. Окончив университет, он тут же отправился в Симферополь и работал там в госпитале, которым руководил Н. И. Пирогов. Еще в студенческие годы талант Боткина-клинициста проявился так ярко, что ему не пришлось долго искать призвания — он решил посвятить себя изучению и преподаванию обширной науки о внутренних болезнях. Известный физиолог И. Т. Глебов рекомендовал его на должность адъюнкт-профессора терапевтической клиники Петербургской медико-хирургической академии. Но прежде чем занять это место, нужно было защитить докторскую диссертацию. Чтобы подготовить ее, Боткин отправился за границу. С увлечением работал он в лабораториях и клиниках крупнейших европейских ученых того времени в Берлине, Вене и Париже. Знания, приобретенные на родине, целеустремленность и трудолюбие позволили молодому врачу почти сразу приступить к самостоятельной исследовательской работе.

В 1860 г. С. П. Боткин защитил в Медико-хирургической академии диссертацию «О всасывании жира в кишках» и вслед за тем начал преподавание в факультетской

терапевтической клинике. Ее руководитель вскоре вышел в отставку, и молодой ученый стал во главе ведущей академической кафедры.

СОЮЗ МЕДИЦИНЫ И ФИЗИОЛОГИИ

Что же нового принес Боткин на первых порах в клинику? Одним из самых важных нововведений была экспериментальная лаборатория. Это была первая лаборатория при клинике, созданная в России. За рубежом также не было клинических лабораторий с таким разносторонним направлением работ, как у Боткина: в его лаборатории изучалось влияние нервов на деятельность различных органов и была разработана методика искусственного кровообращения; отсюда начали свой путь в больницы и амбулатории целебные травы — наперстянка, майский ландыш, горицвет и многие другие средства народной медицины, проверенные учениками С. П. Боткина. В этой лаборатории десять лет работал еще молодой И. П. Павлов, который провел здесь свои известные исследования о сердечных нервах.

С. П. Боткин стал тем ученым, который впервые в истории отечественной науки осуществил плодотворный союз медицины и физиологии — тех двух родов человеческой деятельности, которые, по словам И. П. Павлова, на наших глазах воздвигают здание науки о человеческом организме и сулят в будущем обеспечить человеку его лучшее счастье — здоровье и жизнь.

В лаборатории, в опыте на животном, Боткин искал объяснение темных, неясных сторон своей клинической практики, а в клинике, у постели больного, всякий раз получал подтверждение физиологическим идеям, родившимся во время лабораторных опытов. Эксперимент на животном, продиктованный мыслью, возникшей во время осмотра больного — вот характерная черта боткинского физиологического направления в клинической медицине. Не следует, конечно, думать, чтобы все увиденное в лаборатории Боткин безоговорочно переносил на человека, но ясно, что его экспериментальная деятельность во многом облегчила понимание физиологии болезненных процессов. Родившись в лаборатории Боткина и Павлова, клинико-экспериментальный метод рос и развивался в трудах многих поколений русских врачей и физиологов, искавших

ключ к разгадке великой тайны: что такое больной человек и как ему помочь...

Союз медицины и физиологии, по мысли Боткина, заключался не только в лабораторных опытах, но и в лабораторных методах исследования больных. В наше время без этих методов не обходится почти ни один клинический диагноз. Они нужны врачу для понимания существа болезни, ее происхождения и скрытых физиологических механизмов. Боткину принадлежит заслуга широкого внедрения в клинику физических и химических методов исследования. Молодые врачи и слушатели академии учились у него тщательному и строго научному изучению больного организма при помощи объективных приемов. Однако лабораторная диагностика, занявшая в клинике Боткина впервые такое почетное место, никогда не играла здесь самостоятельной, и тем более ведущей роли.

Этот выдающийся терапевт был прежде всего естествоиспытателем, который основывал свои приемы исследования, наблюдения и лечение больного на большом количестве самых различных фактов и наблюдений. Только сумма анатомических, физиологических и патологических особенностей данного больного может привести врача к правильному заключению, говорил Боткин. Но для настоящего врача, добавлял он, еще мало знать анатомию, физиологию и патологию; он должен уметь конкретно применять их при изучении каждого человека. Ведь можно быть знакомым со всеми этими науками и даже с разнообразными лекарствами и все-таки не уметь лечить.

ЭКСПЕРИМЕНТ И КЛИНИКА

Задача может быть решена, учил Боткин, только при индивидуальном подходе к больному. Вот эту-то индивидуализацию каждого случая он и считал самым надежным основанием для терапии, направленной не против болезни, а против страдания больного. Именно в таком подходе к лечению и заключается одна из главных заслуг Боткина перед отечественной медициной.

Его клинические исследования холеры, брюшного тифа, возвратной горячки, недостаточности кровообращения, желчной колики, пототделения отличались мастерской диагностикой, которая, как правило, опиралась на исключительную способ-

ность сочетать физиологические факты с особенностями каждого больного.

В 1867 г. Боткин издал первый выпуск «Курса клиники внутренних болезней», который содержал разбор всего только одного сердечного больного. Но исследование этого случая он провел с такой тонкой детализацией признаков заболевания, что даже спустя полвека крупные терапевты считали его книгу лучшим учебником по диагностике и лечению пороков сердца. Труд этот, как и другие работы Боткина, был переведен на немецкий и французский языки и получил широкое признание зарубежных врачей. Вслед за первым выпуском в 1868 г. и в 1875 г. последовали еще два. Вместе взятые, они составили стройное учение о внутренних болезнях.

Целеустремленность и страстное увлечение своим делом привлекли к Боткину наиболее талантливую молодежь Медико-хирургической академии. Кроме И. П. Павлова, из его клиники вышло много крупных исследователей. Учениками С. П. Боткина были В. А. Манассеин, А. Г. Полотебнов, Л. В. Попов, В. Н. Сиротинин, М. В. Яновский, Н. Я. Чистович, С. М. Лукьянов, Н. Г. Ушинский и другие ученые, разрабатывавшие его идеи в различных областях клинической и теоретической медицины.

Физиологическое направление, которое С. П. Боткин развивал в отечественной медицине, не исчерпывается применением лабораторно-экспериментальных приемов изучения больного организма. Главная заслуга великого клинициста — создание новой теории — **н е р в и з м а**.

Когда И. М. Сеченов выдвинул идею, что все акты сознательной и бессознательной жизни, происходящие в живом организме, по своему происхождению и осуществлению — нервные рефлексы, неизбежно возник вопрос о сущности не только психических, но и других процессов. Ведь если вся деятельность мозга, как доказывал Сеченов, протекает по типу рефлекса, то не было оснований полагать, что остальные, менее совершенные ткани организма представляют собой исключение из правила. Первым, кто взялся за решение этой проблемы, был друг и единомышленник великого физиолога — С. П. Боткин.

Для того, чтобы доказать правильность своего предположения, С. П. Боткин должен был в каждом отдельном случае проследить все звенья рефлекторного механизма болез-

ни. Цепь, по которой шли нервные импульсы, по его гипотезе, состояла из нескольких участков. Первый из них — чувствительный нерв — заканчивается в коже или каком-нибудь внутреннем органе. Он воспринимает раздражение и несет его в головной, продолговатый или спинной мозг, где заложены специальные центры. Нервный центр переключает раздражение на центробежный нерв, который может оказаться двигательным, и тогда рефлекторный акт завершится соответственным мышечным сокращением. Но раздражение может перейти и на трофический нерв, который заканчивается в тканях и ведает их питанием.

Если болезненные изменения протекают по типу рефлекса, то в их возникновении непременно должен принимать участие главный участок рефлекторной дуги — тот или иной нервный центр. Это предположение Боткина было очень смело и его следовало доказать. Он начал с поисков мозговых центров, регулирующих самые разнообразные функции человеческого тела. Нахождение таких центров подтвердило бы его правоту и дало бы ключ к решению всей задачи. Ведь первое звено рефлекторной цепи не вызывало особых сомнений — это было болезнетворное раздражение и чувствительный нерв, по которому оно передается. Последний участок — центробежный нерв и орган, в котором проявлялись результаты раздражения — обнаружить было тоже нетрудно. Справедливость гипотезы Боткин мог доказать только выяснив участие в болезни среднего звена этой дуги — **н е р в н о г о ц е н т р а**. И он начал целеустремленно искать этот центр.

С. П. Боткин не был физиологом и мог вести свои исследования главным образом путем сравнения и группировки клинических наблюдений. Но зато этим методом он владел в совершенстве. Изучая одно из самых частых проявлений разных болезней — лихорадку, Боткин сумел доказать, что регуляция температуры тела — это не химический, а нервно-физиологический процесс, идущий по типу рефлекса. Он выяснил участие в этом рефлексе нервных центров, управляющих терморегуляцией тела. Боткин установил целую группу лихорадок, при которых в организм не поступает никаких жароповышающих веществ. Единственным признаком, роднившим их, было нервное происхождение.

Вслед за тем в «Курсе клиники внутренних болезней» Боткин заявил, что он убежден в существовании центра потоотделения. Несколько лет спустя А. А. Остроумов и Ф. Ф. Навроцкому удалось подтвердить эту догадку в опытах на животных. Центр, ведающий сокращением мышц и сосудов селезенки, был также установлен Боткиным, который в этой работе основывался на данных диссертации З. Ю. Сабинского, вышедшей из лаборатории И. М. Сеченова. Вскоре такой центр был обнаружен экспериментальным путем другим учеником Сеченова — физиологом И. Р. Тархановым.

Впервые в мире Боткин высказал мысль, что число эритроцитов в крови человека регулируется центральной нервной системой при помощи особого центра кроветворения, влияющего на состав крови усилением образования или, наоборот, разрушения красных кровяных шариков. Открыв рефлекторный механизм кроветворения, С. П. Боткин установил важный опорный пункт в лечении болезней крови.

Изучая болезни сердца, он нередко ставил нарушение сердечной деятельности в прямую зависимость от центральных нервных аппаратов. Порой он даже выдвигал их на первый план перед всеми другими причинами. Боткин был убежден, что ни нарушения питания, ни усиленный труд, ни форсированные переходы сами по себе не могут привести к глубокому нарушению функций сердечной мышцы, если регуляторные нервные аппараты работают хорошо. Именно в них, говорил он, скрывается обычно причина тяжелых сердечных недугов, а физическая нагрузка только способствует их проявлению.

Из клиники С. П. Боткина за 28 лет вышло свыше 400 научных работ. Немалое число их было посвящено изучению роли нервной системы в происхождении различных заболеваний. И. П. Павлов, исследовавший здесь значение нервной регуляции сердечных сокращений, писал в заключении своей диссертации, что он был окружен клиническими идеями Боткина. Мысли великого клинициста часто опережали экспериментальные данные и всякий раз служили толчком для новых поисков его многочисленных учеников и последователей.

МЕДИЦИНА И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Но нервизмом далеко не исчерпываются взгляды Боткина на происхождение болез-

ней. Узкое одностороннее толкование этой замечательной идеи может принести развитию медицины лишь вред. Создатель теории нервизма был сторонником самого широкого и разнообразного подхода к изучению функций человеческого организма. Одна из самых важных заслуг Боткина в том, что он ввел медицину в круг естественных наук и широко пользовался различными методами естествознания. Боткин постоянно подчеркивал, что его новый взгляд на роль нервной системы в болезненном процессе требует дальнейшей разработки соединенными силами анатомов, физиологов и клиницистов.

Признав нервную систему регулятором жизнедеятельности человеческого тела, он пришел к заключению о целостности организма и единстве происходящих в нем процессов. Болезненные изменения отдельных органов и тканей в учении Боткина утратили то чисто местное значение, которое им веками придавали врачи. Он считал, что болезнь охватывает не участки тела, а влияет на весь организм в целом. Отсюда вытекал главный принцип боткинской терапии: лечить не болезнь, а больного человека. Он опроверг принятое мнение, что главной причиной малокровия является заболевание костного мозга. Источники этого страдания он обнаружил в нарушении деятельности не только костного мозга, но и нервной системы, селезенки и пищеварительных органов. Впервые в мире Боткин высказал правильное суждение о так называемой к а т а р р а л ь н о й ж е л т у х е, признав ее общим инфекционным заболеванием. Умение подниматься от частных наблюдений к обобщениям позволило ему открыть новую инфекционную болезнь, вирус которой был обнаружен лишь через 60 лет.

Точно таким же путем он пришел к убеждению, что острый суставной ревматизм заключается не только в местных поражениях суставов, а в инфекционном процессе, поражающем весь организм. Даже такое, казалось бы сугубо местное заболевание, как пороки сердца, Боткин изучал, следуя своему правилу смотреть на все не т о л ь к о с а н а т о м и ч е с к о й, н о и с ф у н к ц и о н а л ь н о й т о ч к и з р е н и я. Подобное толкование болезней сердца объяснялось тем, что сердечная мышца была для него, прежде всего, органом, находящимся под влиянием в высшей степени сложного нервного аппарата. Разумеется, Боткин не

забывал и о влиянии других факторов — внешних и внутренних — на происхождение болезни.

Понятие болезни он неразрывно связывал с ее причиной, которая всегда обуславливается средой, действующей или непосредственно на заболевший организм, или через его ближайших и отдаленных родителей. В этом определении очень ясно проявилось влияние идей Чарлза Дарвина и физиологических исследований И. М. Сеченова на боткинское понимание роли внешней среды в наследственном предрасположении к болезням. Дарвинизм и учение Сеченова нашли у Боткина клиническое применение. Правда, он не упоминает здесь о значении специального фактора в происхождении болезней, но в его лекциях, при анализе причин недуга то и дело встречаются указания на образ жизни, характер труда и питание заболевших людей.

С. П. Боткин и его ученики особенно много занимались разработкой различных способов лечения внутренних болезней. Поиски новых терапевтических средств — одна из главных заслуг замечательного врача и натуралиста. В клинике С. П. Боткина после тщательной научной разработки была впервые применена к и с л о р о д н а я терапия при заболевании легких, бронхов и нервной системы; было также изу-

чено целебное действие очень многих веществ.

Особенно тщательно школа Боткина изучала сердечно-сосудистые болезни и лечение их дигиталином (наперстянкой), горицветом, ландышем, лимонно-кислым кофеином, лобелином и другими средствами, которые после проверки вводились в больничную практику. Сам Боткин дал научное толкование некоторых важных симптомов, помогающих распознавать эти заболевания. Он установил показания к применению атропина. Боткину принадлежит идея кровопускания при лечении больных с сердечно-легочной недостаточностью. В условиях того времени этот метод оказался жизненно важным.

* * *

Популярность С. П. Боткина — выдающегося диагноста и исцелителя — общеизвестна. Имя его еще при жизни облетело всю Россию и приводило к нему больных из самых отдаленных ее областей. Недаром И. М. Сеченов сравнивал значение диагностики Боткина в русской медицине со значением диагностики общественных зол и недугов России, которую в это время осуществлял М. Е. Салтыков-Щедрин.

А. Л. Шварц
Москва

ВЕЛИКИЙ ФРАНЦУЗСКИЙ МАТЕМАТИК

ЖОЗЕФ ЛАГРАНЖ И ЕГО АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Наряду с Декартом, Ферма, Коши, Галуа и Пуанкаре, Жозеф Луи Лагранж — один из величайших математиков Франции.

Лагранж родился в Турине 25 января 1736 г. С юных лет он проявил выдающиеся математические способности. Уже семнадцати лет он стал преподавателем математики в артиллерийском училище, в котором начал свое учение. В 1759 г. в первом томе «Записок» только что основанной Туринской академии 23-летний Лагранж напечатал об-

ширный мемуар (300 стр.) «О распространении звука» До него эта проблема занимала Ньютона, Тейлора, Эйлера и Д'Аламбера; между двумя последними возникла известная полемика. Лагранж исправляет их ошибки и дает истинное решение. В следующем томе «Записок» помещен его мемуар «О способах нахождения наибольших и наименьших величин интегралов», т. е. о вариационном исчислении, которому Лагранж придает чисто аналитический вид. Эйлер сейчас же признал преимущества метода

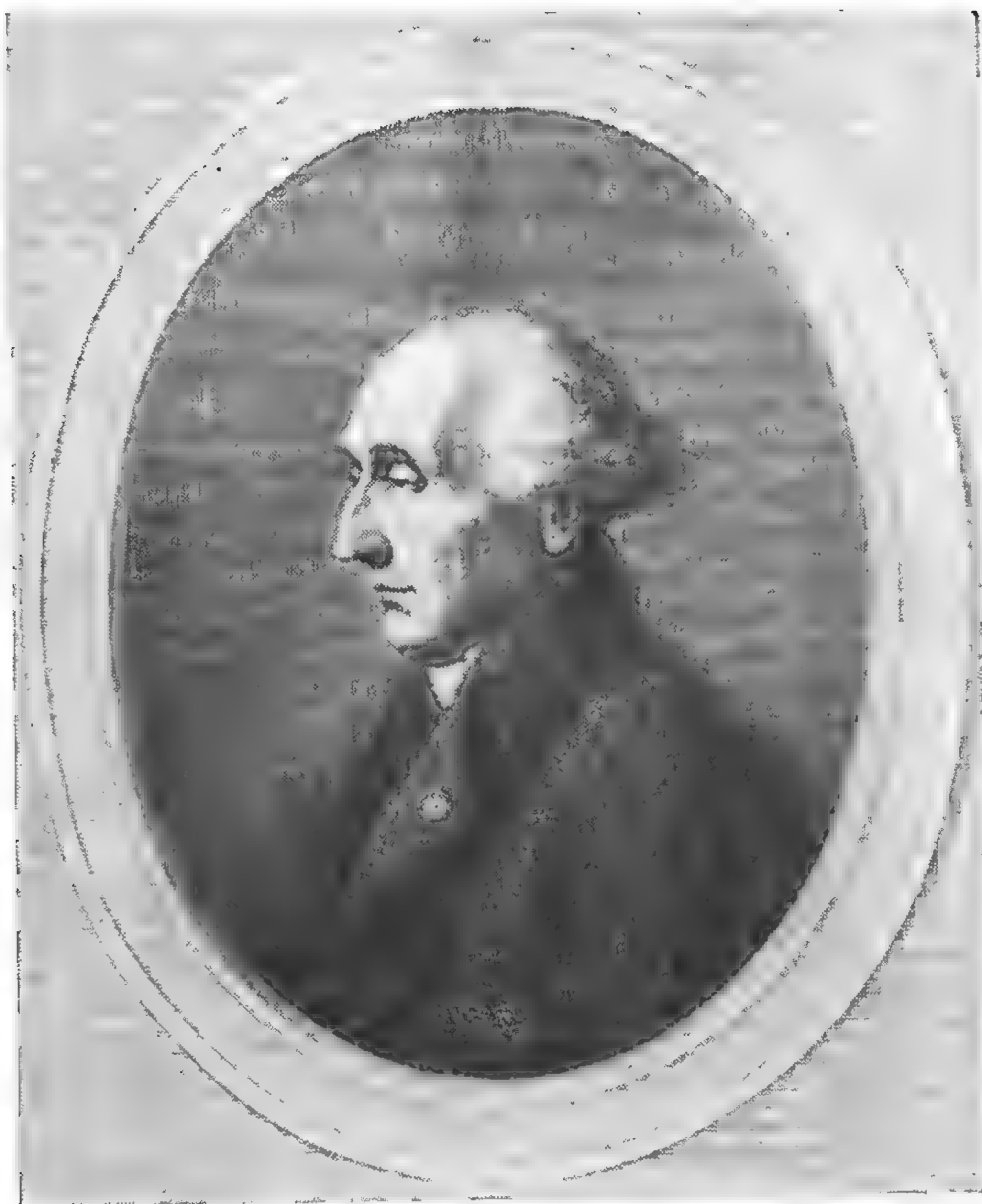
Лагранжа. «После того, — писал он, — как я долго и бесплодно трудился над решением этого вопроса, я с удивлением увидел, что в «Туринских записках» задача эта решена столь же легко, как и счастливо». Двадцатитрехлетний Лагранж был по настоянию Эйлера избран членом Берлинской академии. С 1766 по 1787 г. он был президентом этой академии. В 1772 г. избран членом Парижской академии. В 1788 г., когда Лагранж уже переехал из Берлина в Париж, вышло первое издание знаменитого его произведения «Аналитическая механика».

В 1795 г. революционным правительством Франции была основана «Нормальная школа» для подготовки преподавателей. Лагранж и Лаплас читали в ней знаменитые курсы «Элементарной математики». Лагранж был также профессором математики «Политехнической школы», основанной Конвентом по мысли Монжа. Вместе с тем следует отметить, что во времена Империи Наполеон, ценивший математику и сам ее знавший, сделал Лагранжа сенатором и графом.

Крупнейшее достижение Лагранжа — создание им аналитической (теоретической) механики. В математике, опираясь на предыдущие более геометрические, чем алгебраические исследования Эйлера, Лагранж разработал аналитическое изложение вариационного исчисления; в общем математическом анализе он дал формулу остаточного члена ряда Тейлора, формулу конечных приращений, интерполяционную формулу, ввел способ множителей для решения задачи условных экстремумов; в теории дифференциальных уравнений дал теорию особых решений и разработал метод вариаций произвольных постоянных. Все это входит сейчас в курс любого высшего технического учебного заведения.

В алгебре Лагранж построил ту теорию уравнений, обобщением которой является теория Галуа. В теории чисел при помощи непрерывных дробей он решил неопределенные уравнения 2-й степени с двумя неизвестными. Лагранжу принадлежат важные работы по теоретической картографии. Он внес большой вклад в небесную механику, в определение орбит небесных тел и в теорию возмущений.

Ньютон и Лейбниц завершили создание основ анализа бесконечно малых. Семья Бернулли, и особенно Эйлер, были теми, кто решил при помощи нового анализа мно-



Ж о з е ф Л а г р а н ж (1736—1813)

жество важных задач и тем самым развил этот анализ в обширный и основной раздел всей математики. Лагранж довел до высшей степени изящества приложения анализа (но не строгое его обоснование, это сделал после его смерти Коши) к самым разным вопросам, которые все он излагал чисто аналитически. И всю теоретическую механику, которая шла в своих физических основах от Галилея и Ньютона, Лагранж также превратил в ветвь анализа.

Все сочинения Лагранжа (собрание его сочинений издано в семи томах большого формата — более 5000 стр.) написаны необыкновенно легко, ясно и читаются без особого напряжения. Таков удивительный алгебраический талант Лагранжа, который простыми и изящными преобразованиями побеждал величайшие трудности.

Чтобы лучше понять научную тенденцию Лагранжа, приведем несколько выписок из предисловий к его знаменитой механике.

«Имеется уже несколько руководств по механике, но план этого сочинения совершенно иной. Я имел в виду привести всю теорию этой науки и искусство решения относящихся к ней задач к общим формулам, простое развитие которых давало бы все необходимое для решения всякой задачи уравнения. Я надеюсь, что тот способ, которым я старался этого достигнуть, не оставит желать ничего большего».

«В этом сочинении нет чертежей. Методы, в нем излагаемые, не требуют ни геометрических построений, ни механических рассуждений, они требуют лишь алгебраических операций, подчиненных правильному и единообразному ходу. Любители анализа с удовольствием увидят, что механика становится новой его отраслью, и будут мне признательны за такое расширение его области».

Высокую оценку трудов Лагранжа дал наш знаменитый математик и механик академик А. Н. Крылов:

«В стремлении к полной общности Лагранж в своей механике как бы отмежевывался от техники и физики, но это не по-

мешало ни технике, ни физике воспользоваться его механикой»¹.

«Аналитическая механика» Лагранжа стала первоисточником всех последующих руководств теоретической механики. Основные уравнения механики «во второй форме» в обобщенных координатах, предложенные Лагранжем, до сих пор используются всеми как в технике, так и в физике. В частности, в руках Максвелла, подведшего теоретическую основу под гениальные экспериментальные исследования явлений электричества и магнетизма, проведенные Фарадеем, эти обобщенные координаты и уравнения движения «во второй форме» нашли совершенно новое и важное приложение.

Лагранж умер в апреле 1813 г. Научный мир, прогрессивное человечество отметили 150-летие со дня смерти великого французского математика.

*Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. Делоне*

¹ Жозеф Луи Лагранж. Сб. статей к 200-летию со дня рождения. Труды Ин-та истории науки и техники АН СССР, 1937.

В ПАМЯТЬ АКАДЕМИКА В. И. ВЕРНАДСКОГО

С 14 по 19 марта в Доме ученых Академии наук СССР проходила геохимическая конференция, посвященная столетию со дня рождения выдающегося русского ученого В. И. Вернадского. Открытию конференции предшествовало торжественное заседание Президиума АН СССР 12 марта в актовом зале Московского университета. Президент АН СССР М. В. Келдыш, академики А. П. Виноградов и Д. И. Щербаков в ярких красках обрисовали величественную фигуру В. И. Вернадского — исследователя минералов и горных пород, природных вод и газов Земли, состава и геохимической роли населяющего ее живого вещества; гениального ученого-провидца, за двадцать лет до открытия Лауэ дифракции рентгеновых лучей в кристаллах, правильно установившего атомную структуру алюмосиликатов; выдающегося мыслителя, который уже в начале века приветствовал новую эру атомной энергии, но, призывая к благоразумию, уже был обеспокоен (1922), сумеют ли люди обратить эти мощные силы при-

роды на благо человечества, а не на самоуничтожение; патриота, который более 50 лет тому назад организовал изучение радиоактивных минералов России и без устали подчеркивал, насколько это будет важно для обороны государства в будущем.

Вот почему на юбилейную конференцию собрались не только многочисленные ученые разных поколений и ведомств из Москвы, Ленинграда и многих других городов нашей страны, но приехали и представители научно-исследовательских учреждений и университетов Болгарии, Франции, Румынии, Венгрии, США, Японии, ГДР и ФРГ, Чехословакии, Южно-Африканского Союза, Канады, Индии, Дании и др.

Состоявшаяся под председательством академика А. П. Виноградова научная конференция была посвящена химии земной коры. В многочисленных (около 70) докладах советских и иностранных ученых были освещены последние теоретические и экспериментальные достижения по многим научным проблемам, поставленным В. И. Вернадским,

над которыми он сам плодотворно работал и продолжать которые завещал молодым поколениям ученых. Среди них — газовый режим и эволюция атмосферы, гидросферы и осадочных пород в истории Земли; строение глубинных зон земной коры; источники внутрипланетного тепла, явления вулканизма, особенности состава и процессы кристаллизации изверженных и метаморфических пород; условия формирования осадочных и гидротермальных рудных провинций и вопросы металлогенической специализации магм; современные методы быстрого анализа пород и способы обработки аналитических данных для геохимических обобщений; определение абсолютного возраста геологических формаций и т.д.

Первый том научных трудов конференции — «Химия земной коры» — уже напечатан Издательством АН СССР, второй том выйдет в ближайшее время.

Идеи В. И. Вернадского, выдающегося естествоиспытателя, живут, развиваются, вдохновляют.

*Профессор Д. П. Сердюченко
Москва*

ПЕРВАЯ РУССКАЯ ЖЕНЩИНА- ПАЛЕОНТОЛОГ

Среди русских ученых-женщин Мария Васильевна Павлова (1854—1938) занимает одно из самых видных мест. До нее только С. В. Ковалевская и О. И. Срезневская были удостоены звания члена-корреспондента Академии наук. М. В. Павлова первая из советских женщин-ученых была избрана в почетные члены высшего научного учреждения страны (1930). Место, которое она заняла в истории отечественной науки, четко определили акад. А. А. Борисяк и В. В. Меннер: «Со смертью этого ученого закончился целый этап в развитии русской советской палеонтологии, ярким представителем которого, и долгое время единственным, была М. В. Павлова. Крупный талант Марии Васильевны сделал ее имя широко известным не только у нас, но и в кругах иностранных натуралистов. Основная заслуга М. В. Павловой в том, что она явилась у нас пионером палеонтологии как самостоятельной биологической науки, заложившим прочный фундамент, на котором могла развиваться наша советская палеонтология»¹.

Биография этой замечательной женщины до сих пор еще не написана. Между тем в Архиве АН СССР есть ее личный фонд, содержащий многочисленные документы и материалы, более чем достаточные для фундаментального труда о жизни и деятельности этого выдающегося ученого. Особенно богато представлена здесь научная переписка М. В. Павловой, которую она вела на



М. В. Павлова

протяжении более полувека. Среди ее корреспондентов были зарубежные ученые с мировым именем. С некоторыми из них, например с американским палеонтологом Г. Ф. Осборном (1857—1935), М. В. Павлова переписывалась в течение сорока лет. Одна только ее переписка может служить источником для составления ее жизнеописания.

В бумагах М. В. Павловой сохранились три автобиографии — две на русском языке и одна на французском. Родилась она в 1854 г. в г. Козельце, Черниговской губернии, в семье доктора В. С. Гортинского, воспитанника Московского университета (впоследствии инспектор врачебной управы Черниговской губернии). Первоначальное воспитание получила дома, потом была отдана в Киевский (женский) институт, где окончила полный курс с правами преподавательницы в средней школе. Естественно-научное образование получила в Париже, в Сорбонне. В 1886 г. вышла замуж за А. П. Павлова, профессора Московского

¹ «Вестник АН СССР», 1939, № 6, стр. 78.

университета¹. Преподавала палеонтологию в Московском университете, обрабатывала палеонтологический материал для геологического музея². Ею написано более пятидесяти печатных трудов³, посвященных главным образом изучению истории копытных. В 1916 г. Московский университет присудил М. В. Павловой степень доктора зоологии *honoris causa*. В своем приветствии ее ученики, среди которых был и ныне здравствующий чл.-корр. АН СССР С. В. Обручев, писали: «Все мы гордимся Вами и тем, что можем называть себя Вашими учениками, и радуемся, что имеем возможность первыми поздравить Вас с редчайшей почетной наградой для русской женщины»⁴.

В члены-корреспонденты Академии наук СССР М. В. Павлова была избрана в 1925 г. по представлению академиков А. Н. Северцова, А. П. Карпинского и А. Е. Ферсмана. Вот что мы читаем в поданной ими «Записке об ученых трудах профессора М. В. Павловой»: «Представляем в члены-корреспонденты Российской Академии наук почетного доктора зоологии, профессора палеонтологии Московского университета М. В. Павлову. Обширные палеонтологические исследования М. В. Павловой настолько известны не только русским, но и иностранным палеонтологам, что считаем излишним перечислять их... Многолетняя научная деятельность профессора М. В. Павловой, начавшаяся с 1884 г., продолжается и теперь с прежней неустанной энергией».

О широком признании, которым М. В. Павлова пользовалась за рубежом еще в прошлом веке, свидетельствуют письма к ней иностранных ученых. Примером тому могут служить письма известного американского геолога Т. К. Чемберлина и палеонтолога Г. Ф. Осборна. Последний в 1923 г. был избран членом-корреспондентом нашей Академии наук.

М. И. Радовский

Ленинград

¹ А. П. Павлов (1854—1929), выдающийся советский геолог, с 1916 г. — академик. О нем см. В. А. Варсанюфьева. Алексей Петрович Павлов и его роль в развитии геологии, 1947.

² Геологический музей с большим палеонтологическим отделом был создан Павловой и ее мужем при Московском университете, ныне находится при Московском геологоразведочном институте и носит имя А. П. и М. В. Павловых.

³ См. Архив АН СССР, ф. 311, оп. 1, № 82, л. 15 и сл.

⁴ Архив АН СССР, ф. 311, оп. 1, № 95.

Т. К. Чемберлин — М. В. Павловой

Чикаго, июня 7, 1893

Милостивая государыня

Надеюсь, мы будем иметь удовольствие видеть Вас на Геологическом съезде, который откроется 24-го августа. Если у Вас не будет возможности приехать¹, Вы сделаете нам большое одолжение, прислав нам какое-либо сообщение, как залог Вашего интереса и сочувствия и как помощь в наших стараниях расширить область геологических исследований. Если даже это сообщение будет кратким, вследствие Вашей занятости, оно будет для нас большой помощью и стимулом.

Искренне Ваш

Т. Чемберлин

Подлинник на английском языке на бланке Чикагского университета.

Г. Ф. Осборн — М. В. Павловой

Нью-Йорк, 1 июня, 1929

Дорогая мадам Павлова

Меня чрезвычайно порадовали Ваше письмо и Ваша фотография. Я сразу же вставил ее в рамку, чтобы поставить среди выдающихся палеонтологов против моего письменного стола.

Сердечно поздравляю Вас с избранием в члены Киевской Академии наук и Петроградской Академии наук.

Посылаю Вам все свои наиболее значительные статьи и сообщаю, что большая работа о *Proposcidea* подвигается вперед, — работа, в которой я пользовался Вашими ценнейшими исследованиями.

Искренне Ваш

Генри Фэрфилд Осборн

Подлинник на английском языке, на бланке Музея естественной истории.

¹ За два года до этого М. В. Павлова была в Америке и посетила ряд городов (см. Дневник поездки в Америку, Архив АН СССР, оп. 1, № 87).

ОПТИЧЕСКИЕ КВАНТОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ НА ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Конец 1962 г. принес новый большой успех квантовой радиофизике: созданы первые оптические полупроводниковые генераторы. Это произошло спустя два с половиной года после осуществления оптического генератора когерентного света на кристалле рубина. Идея использования полупроводников для квантовых генераторов оптического диапазона родилась еще в 1958 г. Однако столь длительный срок, понадобившийся для ее осуществления, весьма красноречиво свидетельствует о трудностях, которые пришлось преодолеть. А трудности были столь велики, что зачастую возникало скептическое отношение к проблеме полупроводниковых генераторов, особенно заметно проявившееся на Второй международной конференции по квантовой электронике, проходившей весной 1961 г. Однако, как это часто бывает, трудности полностью окунаются многими ценными свойствами, которыми обладают полупроводники. В первую очередь, это возможность возбуждения полупроводников электрическим током, весьма значительный коэффициент полезного действия, связанный с прямым преобразованием электрического тока в свет, большие вероятности излучательных переходов и, следовательно, возможность получения высоких коэффициентов усиления. Полупроводники позволяют менять частоту излучения при помощи магнитного поля, а использование в качестве активных частиц подвижных носителей тока позволяет надеяться на высокую стабильность полупроводникового генератора подобно газовым системам. С другой стороны, модулируя ток возбуждения, представляется возможность прямой модуляции излучаемого света.

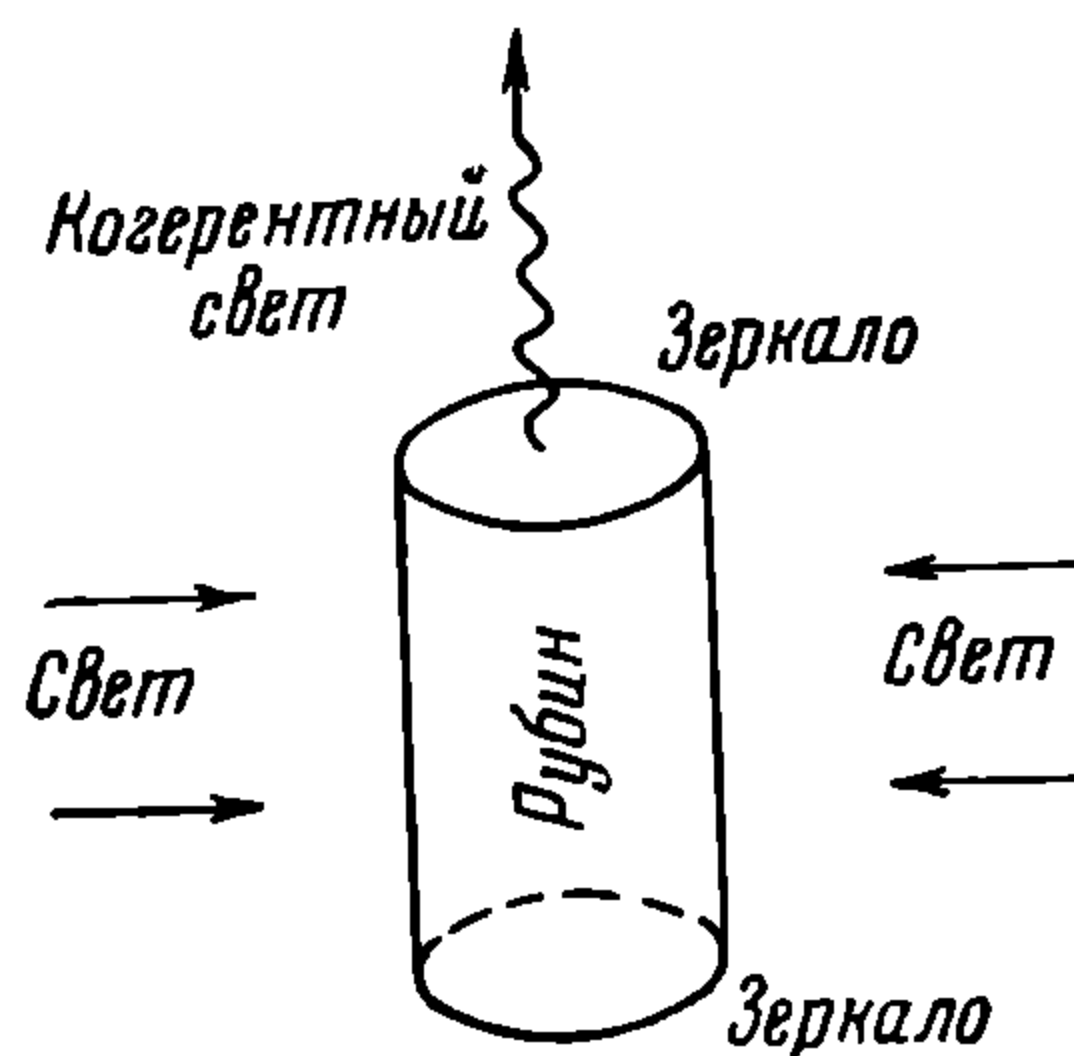
Применение полупроводников для квантовых генераторов оптического диапазона было предложено¹ в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР в 1958 г. С тех пор было

рассмотрено несколько различных способов использования полупроводников, в частности и вариант¹, осуществленный экспериментально в ФИАНе (СССР), в исследовательской лаборатории Американской фирмы «Дженерал электрик»² и других лабораториях США и Европы.

Как хорошо известно, для осуществления квантовых генераторов необходимо создать особые термодинамические неравновесные состояния вещества. Это должны быть такие состояния, что если ограничиться двумя какими-либо возможными энергетическими уровнями, то в состоянии с большей энергией должно находиться большее число частиц. В этом случае вещество способно усиливать проходящее через него электромагнитное излучение.

В полупроводнике состоянию с большей энергией (верхний энергетический уровень) соответствует присутствие в нем частиц, способных проводить ток, называемых носителями тока. В состоянии с меньшей энергией (нижний энергетический уровень) носители тока отсутствуют. Важная особенность полупроводника в том, что в нем существует два вида носителей тока: с отрицательным зарядом — электроны и положительным — дырки. Эти электроны и дырки могут попарно исчезать — рекомбинировать, освобождая при этом заключенную в них энергию, излучая, например, электро-

магнитную волну. В чистом полупроводнике число электронов и дырок одинаково; оно определяется температурой: чем выше температура, тем больше носителей тока. Однако нагреванием невозможно получить необходимых для квантовых генераторов состояний полупроводника. Из законов термодинамики вытекает, что на верхнем энергетическом уровне не может быть больше



Оптический квантовый генератор на рубине

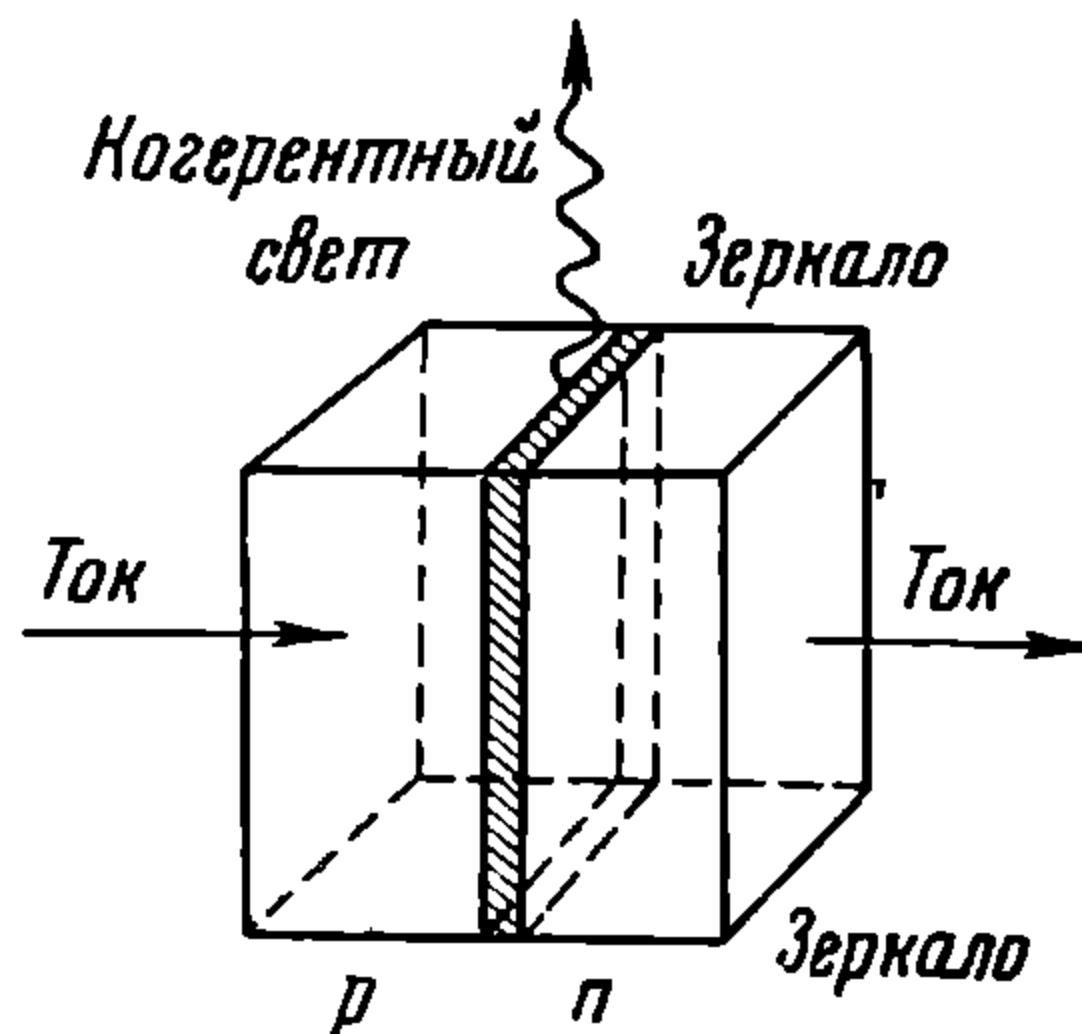
¹ См. ЖЭТФ, 1959, т. 37, стр. 587.

¹ См. ЖЭТФ, 1961, т. 40, стр. 1879.
² Phys. rev. Letters, 1962, т. 9, стр. 366.

частиц, чем на нижнем. Поэтому необходимы специальные методы создания высоких, так называемых неравновесных концентраций электронов и дырок.

Так, например, введением в полупроводник специальных примесей можно получить в нем даже при низких температурах высокие концентрации носителей тока, причем один тип примесей создает электроны, а другой — дырки. В одну и ту же часть кристалла бесполезно вводить одновременно оба типа примесей: все «лишние» электроны и дырки будут мгновенно рекомбинировать и общее их количество будет опять определяться температурой, при которой находится полупроводник. Но можно идти и другим путем, а именно: вводить различные примеси в разные места полупроводникового кристалла. Тогда в одной части кристалла будет много электронов, в другой — много дырок. Затем приложением электрического поля можно заставить электроны и дырки двигаться навстречу друг другу так, что в очень небольшой части кристалла возникает высокая концентрация одновременно и электронов и дырок, которые, рекомбинируя друг с другом, способны усиливать электромагнитную волну, проходящую через эти части кристалла. На место исчезнувших носителей тока из внешнего источника приходят другие, и в цепи непрерывно течет ток, а вся система способна усиливать электромагнитное излучение.

Для того чтобы полупроводник работал в качестве генератора, его следует поместить между двумя параллельными полукотражающими зеркалами, которые часть испущенного полупроводником излучения возвращают снова в кристалл, где оно снова усиливается, и т. д. Практически, однако,



Оптический квантовый генератор на полупроводнике с p-n-переходом

нет необходимости делать специальные зеркала: вследствие большого коэффициента отражения полупроводников роль зеркал выполняют тщательно отполированные грани самого кристалла.

В недавно созданном полупроводниковом генераторе используется описанный выше принцип. Генератор представляет собой монокристалл арсенида галлия, по форме близкий к кубу, с размерами кристалла всего лишь около $1/2$ мм. Две противо-

лежащие грани кристалла отполированы; они перпендикулярны плоскости, которая разделяет полупроводник на две части: по одну сторону ее находятся электроны, по другую — дырки. Активная область, т. е. область, где происходит усиление волны, расположена вдоль плоскости толщиной всего лишь в несколько микрон. Вдоль нее распространяется излучение, т. е. перпендикулярно зеркальным плоскостям и, благодаря частичному пропусканию, выходит из кристалла. Генератор излучает на длине волны $8430 \text{ \AA}$, лежащей в области инфракрасных лучей, близких к видимым, с шириной линии около $0,1 \text{ \AA}$. Работа ведется при температуре жидкого азота (-196°C), сила тока составляет около 30 а , а плотность тока $\sim 10^4 \text{ а/см}^2$.

Описанный метод далеко не исчерпывает всех возможностей создания квантового генератора на полупроводниках. Нет сомнения, что за первым успехом, доказавшим принципиальную осуществимость полупроводникового генератора, последуют другие работы, которые внесут много нового в квантовую электронику оптического диапазона.

О. Н. Крохин
Физический институт им. П. Н. Лебедева
Москва

ТЕЛЕФОТ КРЫЛОВА

Для проектирования таких судов и кораблей, которые не подвергались бы качке на волнах, были бы устойчивыми, первостепенное значение имеет изучение качки, исследование природы самих волн.

В теории корабля — науке о его мореходных качествах — под качкой понимают такие колебательные движения корабля, которые совершаются им как абсолютно твердым телом при плавании на поверхности спокойного или взволнованного моря. При этом различают три основных вида качки —

бортовую (или боковую), килевую (или продольную) и вертикальную.

Изучением качки различных кораблей и самих волн в природных условиях занимались многие выдающиеся ученые. Значительную лепту в это дело внес академик-кораблестроитель А. Н. Крылов, сконструировавший в 1907 г. и впервые практически применивший для записи качаний корабля так называемый телефот — специальный целевой фотографический аппарат¹.

¹ См. «Природа», 1949, № 3, стр. 77—83.

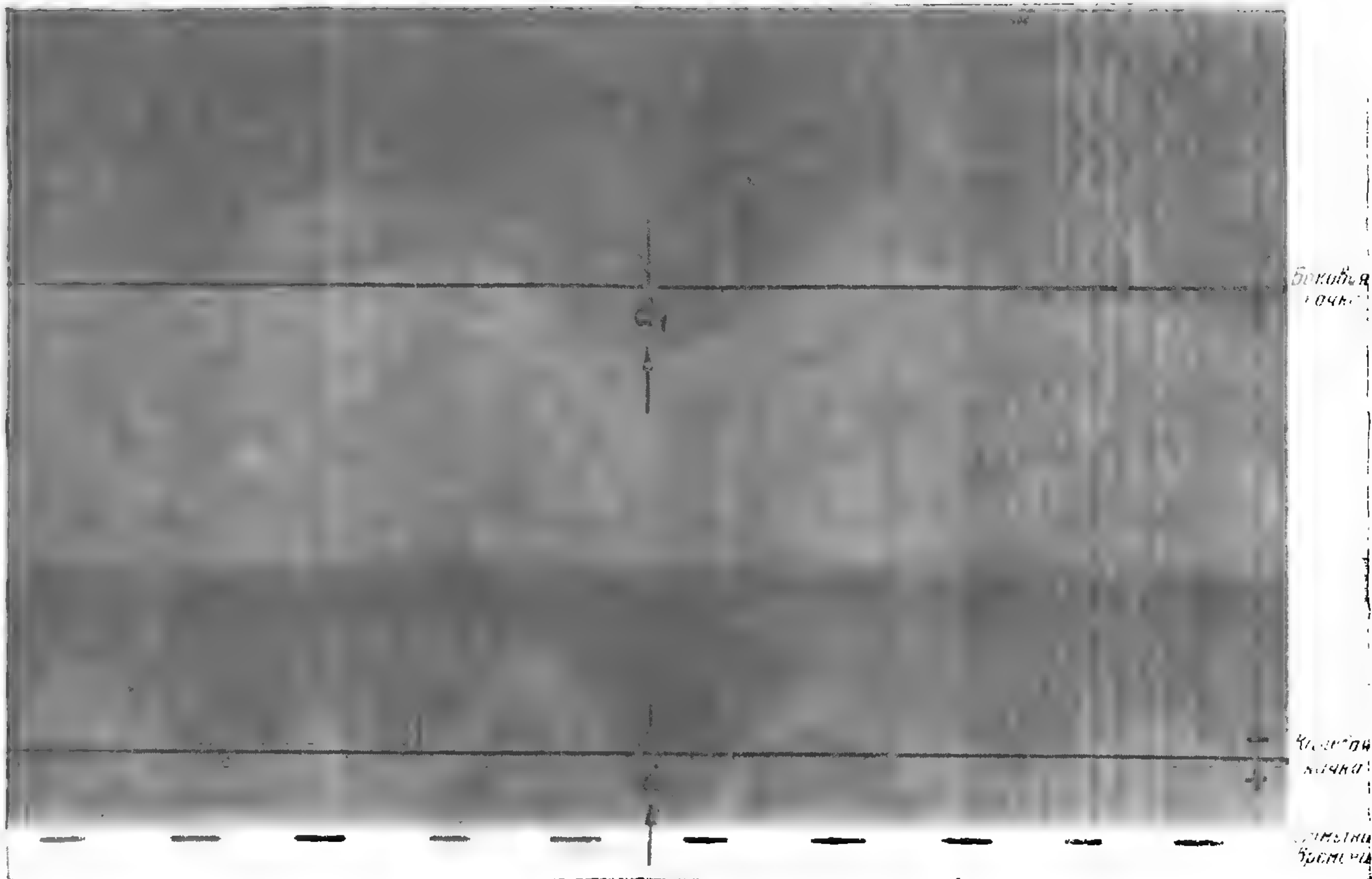


Рис. 1. Образец записи боковой и килевой качки научно-исследовательского судна АН СССР «Михаил Ломоносов», полученной 24 ноября 1957 г. в Северной Атлантике во время первого рейса по программе Международного геофизического года. Вверху — линия боковой качки; внизу — килевой, видны отметки времени

А. Н. Крылов так описывает свой прибор (телефот): «...на корабле устанавливается фотографическая камера так, чтобы главная оптическая

ось ее была перпендикулярна диаметральной плоскости корабля. В главной фокальной плоскости камеры, т. е. вплотную к светочувствительному слою пластинки, со стороны объектива устанавливается непрозрачный щит с весьма узкой (около $1/10$ мм) щелью. Щель расположена вертикально, на всю высоту пластинки. Камера наводится на видимый горизонт, пластинка же, желатиновая пленка или просто светочувствительная бумага равномерно передвигается при помощи часового механизма. На этой пленке и получится непрерывная запись качаний корабля»¹.

Таким образом, при помощи фотографирования или визирования линии видимого горизонта через щель аппарата, качающегося вместе с кораблем, получается запись наклонов корабля при качке.



Рис. 2. Общий вид волновой лаборатории на судне «Михаил Ломоносов». Щелевой фотоволнограф (слева) и щелевой фоторегистратор качки (справа)

¹ А. Н. Крылов. Качка корабля. Собр. трудов, т. XI, Изд-во АН СССР, 1951, стр. 261.

Щелевой аппарат А. Н. Крылов применил для записи качки канонерской лодки «Уралец» во время опытных артиллерийских стрельб на Черном море 25 сентября 1907 г. После проведения испытаний телефота у А. Н. Крылова возникла новая идея: записать на одну фотографическую ленту как боковые, так и килевые наклонения корабля («как в плоскости, так и в наклоне цапф»).

Эти работы А. Н. Крылова не были забыты после его смерти. «Щелевая» фотография широко использовалась в Морском гидрофизическом институте АН СССР. Телефот А. Н. Крылова был значительно усовершенствован. В 1947 г. А. А. Иванов при помощи такого аппарата записал боковую качку учебного судна «Экватор». На протяжении последних 15 лет щелевой фоторегистратор качки широко применялся для записи качки судов различных типов: рыболовных траулеров на Баренцовом море, речных судов на Рыбинском, Цымлянском водохранилищах, экспедиционного судна «Юлий Шкальский» на Черном море, научно-исследовательского судна «Михаил Ломоносов» во время экспедиций в Атлантический океан в 1957—1960 гг.

Существенным улучшением конструкции крыловского телефота явилось создание С. П. Левченко комбинированного щелевого фоторегистратора качки, предназначенного для записи на одну фотографическую ленту одновременно всех трех видов качки корабля: боковой, килевой и вертикальной¹. Для записи первых двух на аппарате были установлены два фотообъектива, главные оптические оси которых составляют прямой угол в проекции на горизонтальную плоскость (рис. 1 и 2). Оба объектива несколько смещены один относительно другого по высоте, а лучи света от одного из них попадают на светочувствительную ленту через трехгранную призму, помещенную перед щелью.

¹ См. С. П. Левченко. Фоторегистратор качки судов. «Труды МГИ АН СССР», вып. 3, 1953.



Рис. 3. Образец записи видимого горизонта киноленточным телефотом с качающегося судна

Вертикальные перемещения корабля могут восприниматься микробарографом с зеркальцем, луч света от которого отражается на светочувствительную бумагу. Перемещение бумажной осциллографной ленты осуществляется автоматически, с постоянной скоростью при помощи лентопротяжного механизма. Аппарат снабжен лампочным отметчиком времени.

В 1957 г. М. А. Козыревым была разработана конструкция компактного и относительно легкого щелевого аппарата с записью на кинолентку (рис. 3).

Другая, не менее оригинальная идея применения щелевого фотографического аппарата заключается в приспособлении его А. А. Ивановым для фотосъемки — регистрации волн в створе щели теле-

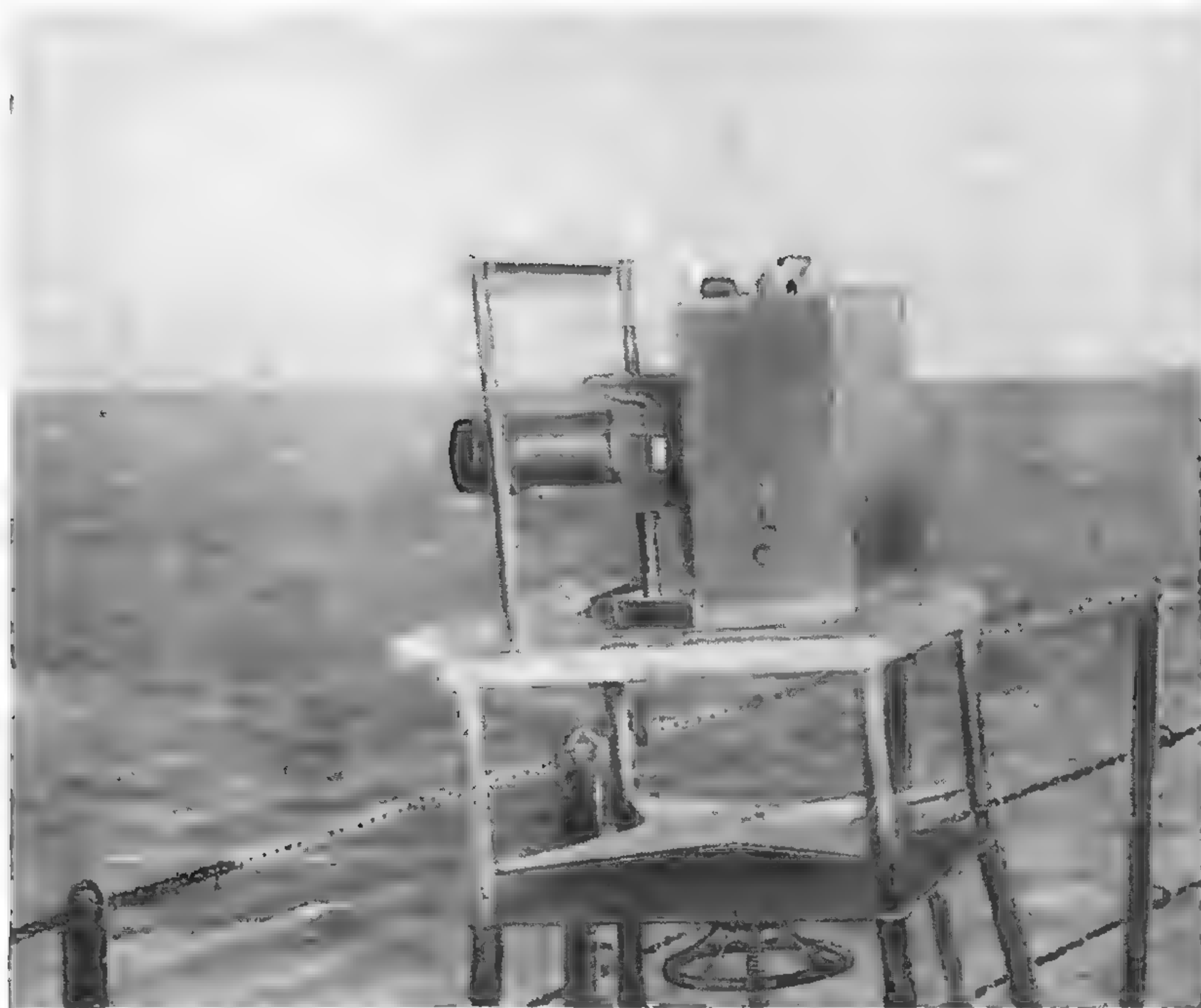


Рис. 4. Общий вид щелевого фотоволнографа, установленного на съемочном столе на судне «Михаил Ломоносов» (1957 г.)

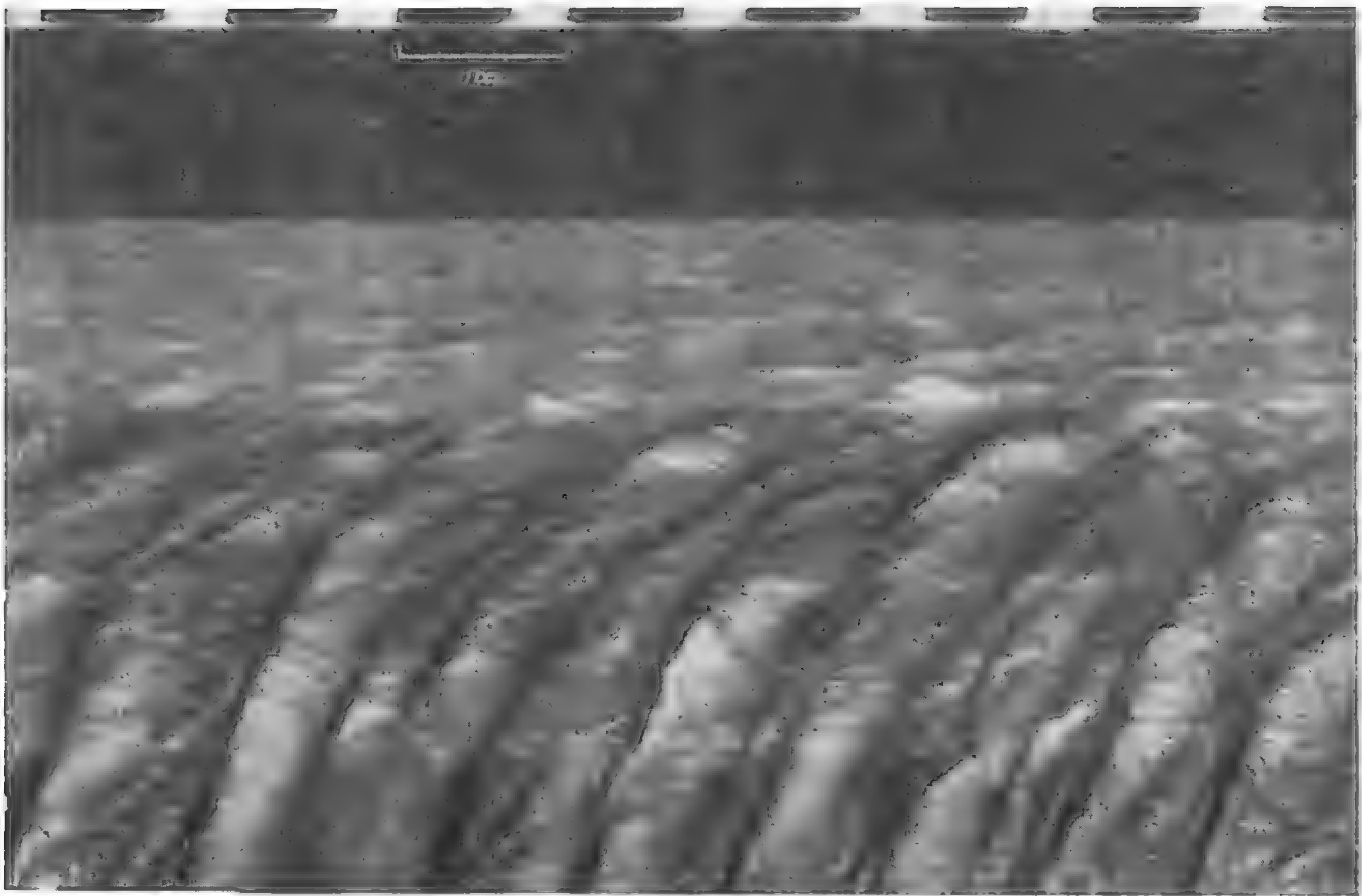


Рис. 5. Образец записи волн — фотоволнограммы, полученной с берега на Рыбинском водохранилище в августе 1955 г. фотоволнографом с фокусным расстоянием объектива 30 мм. Отметки времени — 3 сек., высота съемки — 2,9 м, ширина осциллографной ленты — 140 мм

фота (рис. 4)¹. Занимаясь в 1947—1948 гг. изучением качки судов способом щелевой фотографии, он установил, что аппарат можно приспособить для своеобразной непрерывной съемки волн — как с берега, так и в открытом море, при умеренной качке судна и при условии хорошей видимости. Такие фотозаписи волн или фотоволнограммы, образец которых приведен на рис. 5, при хорошем фотографическом качестве снимка позволяют определять по ним все основные элементы волн.

По таким записям можно изучать деформацию волн в прибрежной части моря, на мелководье, а также различные вопросы волнообразования. В этом отношении щелевой фотоволнограф оказался очень ценным прибором, так как на одной непрерывной ленте он позволяет фиксировать большое число волн. Особенно хорошие записи позволяют различать даже характерные группы волн. Этот аппарат как бы позволяет зафиксировать волны в динамике. На записи воспроизводится своеобраз-

ная их развертка в некоторой вертикальной плоскости, параллельной фронту волн. При этом таким аппаратом фотографируются очень узкие участки волн или точки, совершающие на водной поверхности кажущееся движение на аппарат — в плоскости его щели, ниже (или выше) главной оптической оси объектива. Следы от таких точек на подвижной записи фиксируются в виде гипербол, уравнение которых легко выводится. На записи эти гиперболы начинаются у линии развертки горизонта (практически — ниже) и обрываются у нижнего края ленты. При этом характерны точки, расположенные на вершине (на самом гребне) и на подошве (во впадине) волны. Такие «гиперболические развертки» волн хорошо видны на приведенной фотоволнограмме (см. рис. 5), полученной при съемке волн с берега.

Если теперь внимательно посмотреть на фотоволнограмму, то можно убедиться, что вдоль записи, поперек зафиксированных «волн» идут странные волнистые полосы. Однако, оказывается, что ничего необычного в этом нет. Просто

¹ См. А. А. Иванов. Фотоволнограф. «Труды МГИ АН СССР» вып. 3, 1953.

аппарат отобразил на записи орбитальный характер движения поверхностных частиц воды при волнении.

Щелевой фотографический аппарат, детище А. Н. Крылова, получил свое дальнейшее развитие, и заслуга в этом советских геофизиков — акад. В. В. Шулейкина, А. А. Иванова, Л. А. Корневой, С. П. Левченко, В. Ф. Цыплухина, М. А. Козырева и других.

В 1948 г. телефот использовался для регистрации положений ледокола «Красин» при продвижении во льду. Щелевой фотографический аппарат был приспособлен также и для проведения волновых исследований в оригинальном и единственном в мире штормовом бассейне Академии наук СССР, предназначенном для искусственного создания волн. Этот бассейн построен по идее акад. В. В. Шулейкина в Кацивели, в Крыму¹.

¹ См. В. В. Шулейкин. Физика моря. Изд-во АН СССР, 1953; В. В. Шулейкин. Краткий курс физики моря. Гидрометеопечат, 1959.

Крыловский телефот — фотографический аппарат широкого назначения. Можно предполагать, что и в дальнейшем он найдет самое большое применение. В гидрологии — для изучения течения рек, ледохода на реках и особенно при проведении лабораторных исследований в лотках и бассейнах со стеклянными стенками. В гидромеханике — при изучении движения тел под водой, кавитации, струйных течений. В метеорологии для съемки проходящих туч и падающих капель дождя. В астрономии для получения развернутого фотографического снимка звездного неба. В технике — для проверки кинематики различных подвижных элементов машин и механизмов. Щелевым фотографическим аппаратом могли бы пользоваться и фотографы-любители. Как? Это дело будущих разработок и дальнейших усовершенствований.

В. Г. Самарин

Межведомственный геофизический комитет
при Президиуме АН СССР (Москва)

ВАЖНЫЙ ИСТОЧНИК ЦЕННОГО СЫРЬЯ

ЛИГНИН И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Широко и разнообразно применение древесины в качестве поделочного материала, но вместе с тем древесина представляет собой сложный комплекс полимерных органических веществ: целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз. Кроме этих полимеров, в состав древесины в небольших количествах входят смолы, жиры, воска, танины, белковые вещества.

Уже давно из древесины научились получать целлюлозу для производства бумаги, картона. В начале XX в. древесную целлюлозу стали использовать для изготовления искусственного волокна, пленок, пластмасс, а также лаков, бездымного пороха, целлофана, искусственной кожи, безосколочного стекла, целлулоида, электроизоляционных материалов и других ценных продуктов.

Лигнин — второй по количественному содержанию после целлюлозы компонент древесины¹. Правильное использование его в народном хозяйстве весьма важно, так как отходы целлюлозно-бумажной (сульфитные щелока) и гидролизной промышленности огромны.

Из сульфитных щелоков, после сбраживания находящихся в них гексоз на спирт и переработки пентоз на кормовые дрожжи, образуется барда, содержащая лигносульфовые кислоты. Лигно-

сульфонаты растворимы в воде, что позволяет использовать их в литейном производстве в качестве крепителей, при размоле цемента, в производстве синтетических дубителей, пластмасс, в дорожном строительстве, при буровых работах в качестве пластифицирующих добавок и связующих веществ при брикетировании и формовании изделий. Из лигнина сульфитных щелоков получают ванилин. Однако области применения лигносульфовых кислот пока что ограничены, и целлюлозно-бумажные предприятия зачастую сбрасывают эти отходы в водоемы, сильно их загрязняя. Несмотря на долготные попытки широкого использования гидролизного лигнина, он нашел применение в основном только в качестве калорийного топлива.

Достижения науки последних лет в области изучения строения и свойств лигнина позволяют наметить некоторые пути его применения в народном хозяйстве. Прежде всего это модификация лигнина как полимера с приданием ему необходимых свойств. Сохраняя высокомолекулярную природу вещества и вводя в него новые функциональные группы, необходимые для конкретного использования, можно получить заменители дубителей и усилители каучуков, терморезистивные и ионообменные смолы и т. д. Деструкцией лигнина можно получить простые химические соединения: фенолы, ванилин, ванилиновую и протокатеховую кислоты, бензолполикарбо-

¹ См. «Природа», 1960, № 3, стр. 91—93.

новые кислоты и др. Неизменный лигнин можно использовать для производства термоизоляционных материалов, прессованных досок, плит, необходимых в строительстве.

Примером использования гидролизного лигнина путем модификации его свойств служит получение таких ценных продуктов, как нитролигнин и хлорлигнин. Нитролигнин — хороший реагент для буровой техники. Он регулирует некоторые свойства глинистых растворов, применяемых при бурении газовых и нефтяных скважин, оказывая действие, аналогичное природным и синтетическим дубителям. Хлорлигнин — прекрасный адсорбент, способный количественно поглощать некоторые металлы из очень разбавленных растворов. Это свойство может быть использовано в промышленности редких металлов. Хлорлигнин может применяться также для придания противогнилостных свойств техническим, хлопчатобумажным и лубяным тканям, а в буровой технике — для снижения вязкости и напряжения сдвига глинистых растворов, при флотации окислов тяжелых металлов.

Щелочной и гидролизный лигнин, предварительно активированный обработкой щелочью в автоклаве, может заменить сажу в производстве каучуков. Заводские испытания показали хорошие результаты и обещают эффективную экономию. Гидролизный и особенно щелочной лигнин можно использовать также и в качестве активных компонентов, частично заменяющих фенол в производстве фенолформальдегидных смол.

Приведенные примеры возможного практического применения лигнина (частично это уже реализовано, а многое будет осуществлено в ближайшем будущем) не исчерпывают всех возможностей, но можно надеяться, что лигнин из обременительного

отхода превратится в сырье столь же полезное, как и целлюлоза.

Помимо целлюлозы и лигнина, в состав древесины входят и другие полисахариды — гемицеллюлозы. Это тоже ценное сырье для народного хозяйства. Из их гидролизатов получают спирт и кормовые дрожжи. Путем гидролиза пентозанов и последующей дегидратации образуется фурфурол, применяемый в промышленности пластмасс и для органического синтеза. Из фурфурола получают фуриловый и тетрагидрофуриловый спирты, малеиновую кислоту, малеиновый ангидрид и другие вещества.

Гексозы при дегидратации дают оксиметилфурфурол и левулиновую кислоту. Гидрированием ксилоты, образующейся при гидролизе ксилана, получают пятиатомный спирт — ксилит, заменитель глицерина. Аналогичным образом глюкоза превращается в шестиатомный спирт — сорбит, широко применяемый в различных областях, например в производстве алкидных смол, витамина С, в кондитерской промышленности.

Кроме того, древесина — это своеобразный склад лечебных веществ: в хвое содержатся витамины — каротин и аскорбиновая кислота. Хлорофиллокаротиновая паста излечивает экземы, ожоги, обморожения. Из фурфурола вырабатывают ценные лечебные средства нитрофуранового ряда: фурацилин, фурацид, фурадонин и др.

Таков далеко не полный перечень ценных продуктов, получаемых из древесины. Задача современной науки — еще шире и полнее использовать это ценное органическое сырье.

Т. В. Изумрудова
Кандидат технических наук

*Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского
АН СССР (Москва)*

ПАНТОВОЕ ОЛЕНЕВОДСТВО

Пантовое оленеводство — одна из молодых отраслей животноводства. На Алтае оно возникло в середине, а в Приморском крае — в конце прошлого столетия. Основную продукцию пантового оленеводства — панты (рога самцов в период их роста) получают от двух видов оленей: на Алтае — от маралов, а в Приморском крае — от пятнистых оленей.

Границы распространения пятнистого оленя в нашей стране почти совпадают с современными административными границами Приморского края. Дикий пятнистый олень обитает также в Северной Корее и Юго-Восточной Маньчжурии, главным образом по берегам Японского моря. Объясняется это тем, что вдоль берега тянутся горные хребты, на

южных склонах которых выпавший зимою снег обычно быстро стаивает. В отличие от северного пятнистый олень не приспособлен «копытить», т. е. добывать корм из-под снега, и на таких склонах он постоянно обеспечен пищей.

В прежние времена пятнистых оленей в Приморском крае было великое множество. Об этом говорят сохранившиеся документы.

Известный писатель-натуралист и исследователь нашего края В. К. Арсеньев в отчете о деятельности Владивостокского общества любителей охоты за 1901—1905 гг. приводит такие данные:

«По отчету Сучанского пристава за 1889 год на его участке, т. е. начиная с бассейна р. Майхе до р. Ванчин включительно, было добыто 400 пар

лобовых пантов на сумму 40 тыс. рублей. Если русские охотники действуют ружьем и на риск, то манзы (так называли тогда китайцев. — И. М.), до энергичного преследования их лесным надзором, действовали для добычи пантов, выпоротков рогов и лакомого оленьего хвоста своими изгородями и ямами (лу-дэва), а корейцы капканами „башмаками“ — наверняка.

Китайский способ «лу-дэва» заключался в том, что на путях естественных переходов оленей, особенно в сторону моря, устраивали «завалы» из нарубленного и наваленного длинной полосой леса. В некоторых местах они тянулись на десятки километров. Для зверей в завалах были оставлены проходы, в которых выкапывались искусно замаскированные ямы. В них и попадали олени, изюбри, косули и прочие звери. Корейский способ «башмак» состоял в том, что в особой колодке делалось сквозное отверстие, в котором набивались гвозди; ее устанавливали на оленьих тропах и маскировали. Попадая в колодку ногой, олень оказывался пойманным.

Варварским способом добычи оленей был загон их собаками, которым занимались крестьяне таежных поселков. Охотники, обладавшие оружием, отстреливали зверей круглый год, так как в то время никаких законов и правил по охране природных богатств не существовало. Особенно беспощадно уничтожались пятнистые олени в период гражданской войны. Браконьеры, чувствуя полную безнаказанность, убивали животных на материке и на островах. Ко времени установления на Дальнем Востоке Советской власти пятнистых оленей на воле осталось не более 200—300 голов.

Чем же объяснить такое неудержимое стремление к добыче пятнистого оленя, приведшее почти к полному его истреблению? Основная ценность этого животного — в рогах.

Смена рогов у оленей происходит ранней весной. На месте спада вначале остается костная шероховатая поверхность, через несколько дней она покрывается тонким слоем кожицы, которая быстро набухает и утолщается. В костном стаканчике происходит усиленное кровообращение, благодаря чему идет бурный рост рогов. Во время роста молодые неокостеневшие рога называются пантами. Этот период с момента сброса старых рогов до полного их формирования и окостенения занимает 120—150 дней.



Самка пятнистого оленя

Фото Б. Беликова

50- и 60-дневные панты ценятся особенно высоко. Оленья-пантача либо отстреливали и панты снимали вместе с лобовыми костями («лобовые» панты), либо их спиливали с живого оленя (панты «срезные»).

Китайская медицина применяет панты как лекарственное средство уже несколько тысячелетий. Многие дальневосточные охотники и оленеводы в старое время продавали панты китайцам по баснословно дорогой цене и быстро обогащались. Неудивительно, что эти олени привлекали все больший и больший интерес.

В конце прошлого столетия отдельные предприимчивые лица, видя большую хозяйственную ценность пятнистого оленя, стали сохранять выловленных диких животных и приручать их. Таким образом в Приморье было положено начало новой отрасли животноводства — пантовому оленеводству.

Первым оленеводом в Приморском крае считается крестьянин С. Я. Поносков, который в 1867 г. огородил небольшой участок леса и выпускал туда оленей, извлеченных из китайских «лу-дэва» и купленных у охотников-промышленников. По его примеру начали заниматься оленеводством и другие крестьяне, а несколько позже возникли большие оленеводческие хозяйства помещичьего типа с поголовьем от 100 до 2000 оленей.

Наибольшего развития пантовое оленеводство достигло к 1914—1916 гг., когда в Приморье общее поголовье достигало 5000 оленей, а Владивосток-



Стадо прирученных пантачей в зверосовхозе «Майхе»

Фото Л. Рященко

ское общество охоты на островах Аскольд, Рикорда и Римского-Корсакова имело 3000 голов.

В крупных помещичьих хозяйствах специальной сеткой высотой в 2,5 м отгораживались большие площади-парки от нескольких сот до тысячи гектаров и более. Олени содержались там круглый год на подножном корму и лишь зимой им давалась подкормка в виде овса, соевых бобов, кукурузы и сена. Теплые бесснежные зимы, при незначительной подкормке, олени переносили хорошо, но в холодные и снежные — падеж животных от недокорма и истощения достигал 25%. Каждый год отстреливалось известное число пантачей. При таком способе добычи пантов самая ценная часть стада — самцы-пантаци — уничтожалась, в результате чего к моменту перехода оленеводческих хозяйств в руки Советской власти взрослых самцов в самых больших хозяйствах осталось в четыре раза меньше, чем самок. Плохие условия содержания и кормления в частновладельческих хозяйствах привели к тому, что одомашненный пятнистый олень начал мельчать, а качество пантовой продукции ухудшаться.

К тому времени, когда Дальний Восток стал советским, общее число одомашненных оленей составляло около 2500 голов. В первые же годы их сосредоточили в 10 специализированных оленеводческих совхозах. Ввиду неизученности новой отрасли хозяйства, при оленесовхозе «Сидими» была организована научно-исследовательская станция и все оленеводческие совхозы укомплектованы кадрами специалистов. В результате проведенных науч-

ных работ и достижений передовых оленеводов пантовое оленеводство ведется теперь рационально, с учетом всех биологических особенностей этих животных. Широко развернулись работы по увеличению поголовья и по племенному делу. Оленеводы научились определять возраст оленей с такой же точностью, как и возраст домашних животных. Составлены рационы для различных групп оленей. Подробно изучены их болезни. Проведен ряд опытов по гибридизации пятнистого оленя с изюбром, влиянию половой системы на рост пантов и др. Ценную работу проделал проф. С. М. Павленко, по методу которого изготавливается целебный препарат пантокрин, проверенный рядом медицинских институтов и поликлиник и показавший прекрас-

ные результаты.

В последние годы в оленеводческих совхозах ведутся интересные опыты по вольному выпасу пятнистых оленей на неогороженных участках. По-видимому, недалеко время, когда дикое животное превратится в домашнее. И хотя одомашненный пятнистый олень находится в специализированных оленесовхозах и за этот период численность его увеличилась примерно в десять раз, эту цифру все-таки нельзя считать достаточной. Рост же поголовья диких пятнистых оленей пока еще совершенно не удовлетворительный.

В первые годы Советской власти в Приморье были разработаны и введены в жизнь охранные меры по борьбе с браконьерами и хищниками, и к началу Великой Отечественной войны, т. е. за 15—20 лет, стада диких пятнистых оленей заметно увеличились. Но началась война, и внимание к охране диких пятнистых оленей ослабело; возобновилось браконьерство, появилось множество волков, и оленей на воле снова стало очень мало.

Сейчас популяция дикого пятнистого оленя в Приморье невелика. В смешанных и широколиственных лесах Сутунинского заповедника раньше пятнистых оленей было довольно много, сейчас их там не больше 20—30. В заповеднике Кедровая падь в 1935—1936 гг. было свыше 400 голов. Сейчас там оленей нет. В Судзухинском заповеднике, по данным Л. Г. Капланова, было около 800 оленей, теперь там осталось примерно 200 голов. На о-ве Аскольд во времена В. К. Арсеньева насчитывалось до 2000 оленей, в настоящее время их

не больше 200 голов. На островах Рикорда, Стенина, Римского-Корсакова, где до 1953 г. было до 1300 оленей, теперь сохранились единицы.

В остальных местах богатого Приморского края, где прежде бродили большие стада пятнистых оленей, теперь можно встретить случайно только по несколько голов, причем точный учет их никто не ведет. Основные причины, тормозящие увеличение поголовья диких пятнистых оленей,— это падежи волков, браконьерство и периодические (через 4—6 лет) глубокие снега.

Сейчас уже можно считать вполне доказанным, что опыт акклиматизации пятнистых оленей в заповедниках различных других географических зон Советского Союза оказался в промышленном отношении совершенно не рентабельным и поэтому нужно заниматься только реакклиматизацией его на родине, в Приморском крае, и в первую очередь в заповедниках Кедровая падь, Сутунский, Судзукхинский и на о-вах Русский, Рейнике, Попова, Рикорда, Стенина, Римского-Корсакова и Аскольд.

Чтобы ускорить восстановление поголовья пятнистых оленей на воле, их следует брать из олене-



Стадо пятнистых оленей в опытном питомнике

совхозов Дальневосточного треста звероводческих и оленеводческих совхозов, так как естественное размножение стада имеющихся сейчас на воле оленей затянется на очень долгие годы.

И. И. Миролубов
ст. Седанка, Приморского края

ПОДВОДНЫЕ ГОРЫ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

На дне Тихого океана известно около тысячи подводных гор в виде одиночных конусов. Почти все они имеют острую или срезанную плоскую вершину. Однако в действительности число этих гор почти в десять раз больше. Многие из этих гор вулканического происхождения, а поэтому изучение их распределения представляет большой интерес в связи с новыми материалами о развитии верхней мантии, особенно если учесть, что в последнее время высказываются предположения о связи подводных гор с образованием в некоторых случаях так называемых внутренних волн (La Fond, 1962). Новые сведения о распространении подводных гор важны и для решения вопросов гидроакустики.

Во время плавания «Витязя», в его 34-м рейсе, были обнаружены неизвестные ранее подводные горы (свыше тридцати), часть из них была подробно исследована. Близ Гавайских островов на 174° з. д. находится гора с относительной высотой 4500 м и минимальной глубиной над вершиной 787 м, по-видимому, приуроченная к так называемому Гавайскому своду, простирающемуся примерно параллельно Гавайскому хребту. Несколько подводных гор было открыто севернее зоны разлома Клипертон (H. Menard, 1959). Южнее в пределах равнины обнаружены три подводные горы конической

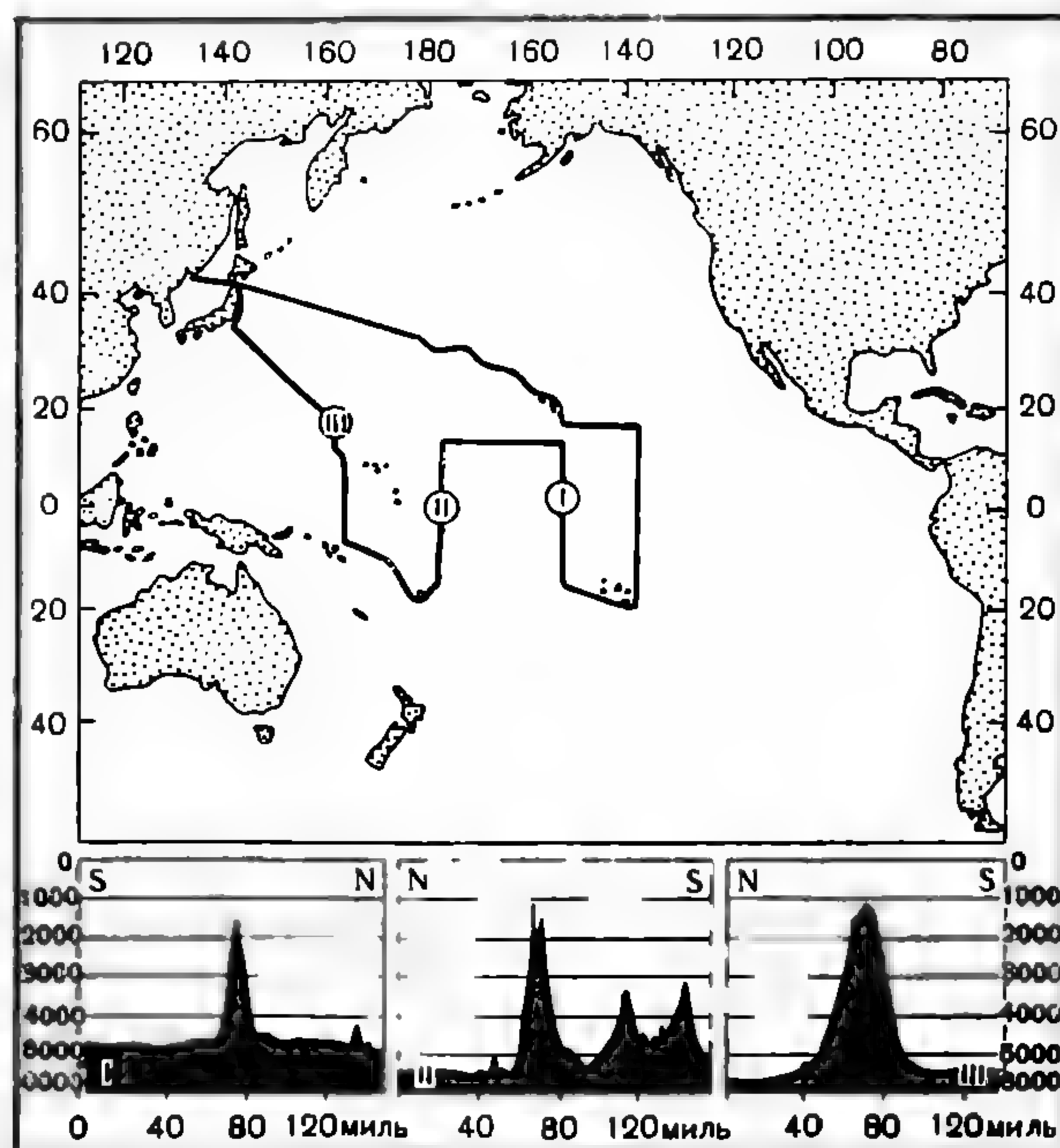


Рис. 1. Профили меридиональных разрезов подводных гор (I, II, III), обнаруженных в Тихом океане. Вверху — их местонахождение на разрезах

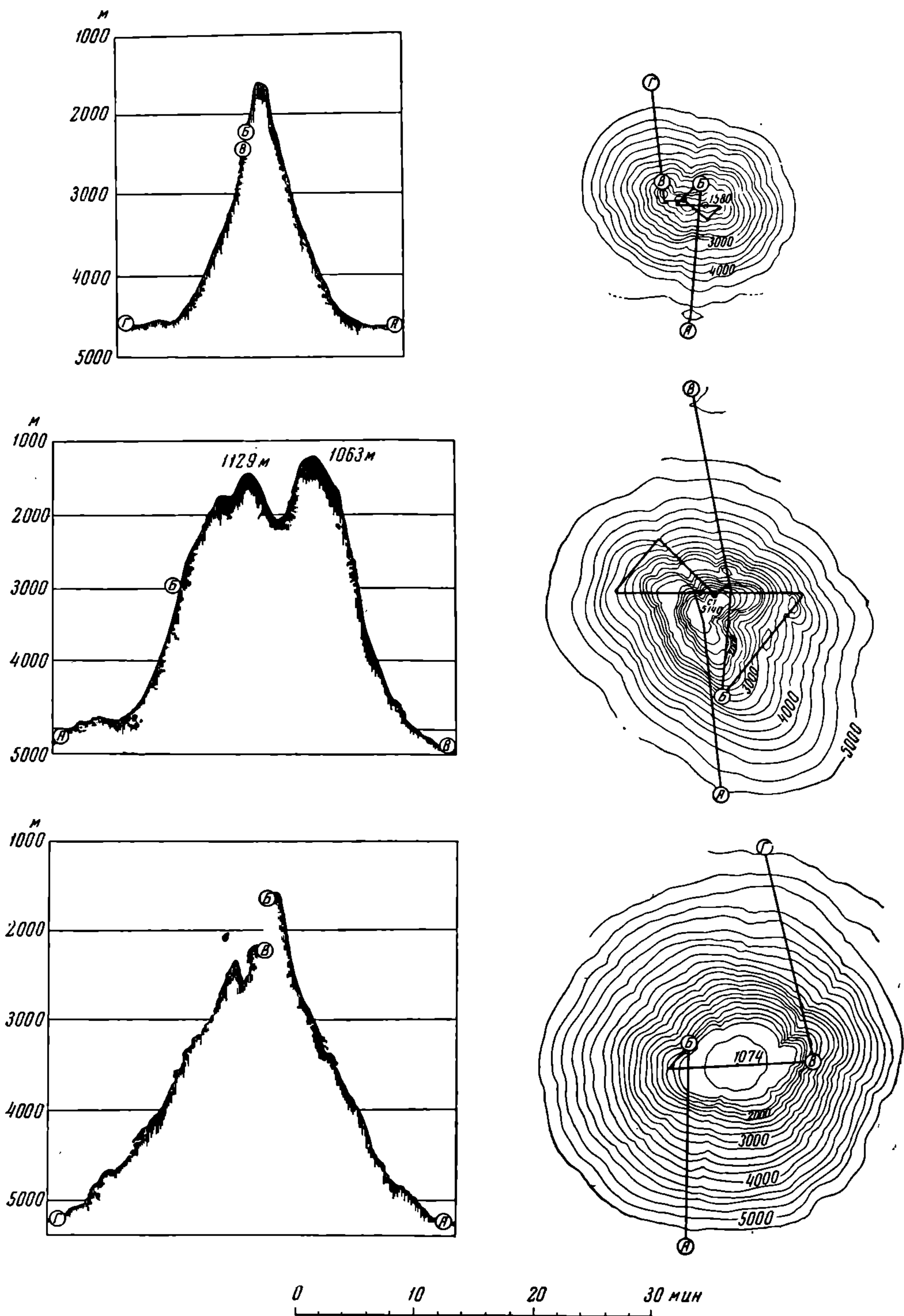


Рис. 2. Батиметрические карты и профили подводных гор Гагарина (вверху), Титова (в середине), Зубова (внизу). Эхограммы показывают, что с юга к горе Гагарина примыкает слабонаклоненная на юг равнина (глубины около 4700 м) с редкими небольшими пологими холмами. На карты нанесены промеры и линии профилей. Профиль горы Титова проходит несколько восточнее минимальных глубин вершин

формы с относительными высотами более 1000 м. В районе сложнорасчлененного рельефа близ о-вов Туамоту открыта неизвестная ранее гора высотой более 2000 м. Самые крупные из открытых «Витязем» подводных гор зафиксированы на втором, третьем и четвертом меридиональных разрезах (рис. 1).

Большой интерес вызвали три наиболее крупные горы с относительными высотами от 3 до 4,5 тыс. м, которые исследовались специально. Двум из них присвоены имена первых советских космонавтов Гагарина и Титова, третья названа именем известного океанографа Н. Н. Зубова. В районе вершин каждой из этих гор был сделан подробный промер и получены эхограммы. Затем на крупномасштабных картах были сделаны прокладки и разверстки глубин по промерным галсам, на основе которых и были составлены батиметрические карты подводных гор (рис. 2).

Первая из подводных гор — гора Гагарина расположена в 250 милях восточнее о-ва Рождества. Она была открыта на втором меридиональном разрезе, который пересекает южную часть океанического вала о-вов Лайн и восточного окончания зон разломов Клиппертон и Маркизских островов. Большинство подводных гор этого района вулканического происхождения и простираются на сводовой части вала или вдоль осей разломов. Гора Гагарина в виде конуса возвышается над дном более чем на 3000 м и увенчана двумя вершинами, разделенными на глубине 2150 м седловиной со слаборасчлененной поверхностью.

Подводная гора Титова находится в 40 милях юго-юго-восточнее о-ва Бейкер. Она расположена на общем невысоком цоколе, объединяющем разрушенные о-ва Хауленд, Бейкер и риф Уинслоу. Это северный край океанического вала о-вов Феникс и Токелау, наиболее крупные ее горы и острова вулканического происхождения. Относительная высота горы Титова более 4200 м. Плоская вершина горы, шириной не более 3 км, имеет в плане форму подковы, выпуклая сторона ее обращена на запад. Гора

находится на границе участков дна с различным рельефом. К северу от нее простирается слегка всхолмленная равнина (глубины от 5350 до 5400 м), южнее — на общем с ней основании расположены еще две горы.

Фотографирование дна показало, что вершина сложена крупными валунами и выходами коренных пород. С глубины 1100 м удалось добыть немного песка, состоящего из фораминифер, залегавшего, по-видимому, в понижениях между выходами коренных пород. Драга доставила на борт обломки лавы со свежим изломом, местами покрытые темно-серой карбонатной коркой и глянцевитой железо-марганцевой коркой, которые предварительно были определены как оливковый базальт. По-видимому, гора Титова — это погруженный коралловый остров, располагающийся на массивном вулканическом основании.

Гора Зубова находится в 300 милях к северо-западу от атолла Энвенток на северной оконечности океанического вала, на котором расположены Маршалловы острова, о-ва Эллис и Гилберта. Это крупное сводовое поднятие разделяет Маршаллову и Центральную котловины Тихого океана. Помимо крупных гор, поверхность вала осложнена множеством гор и различной величины холмов вулканического происхождения. Открытая подводная гора, по-видимому, одна из крупнейших гор вала, замыкающая его северный конец. За ней простирается ровное дно котловины с глубинами более 5700 м.

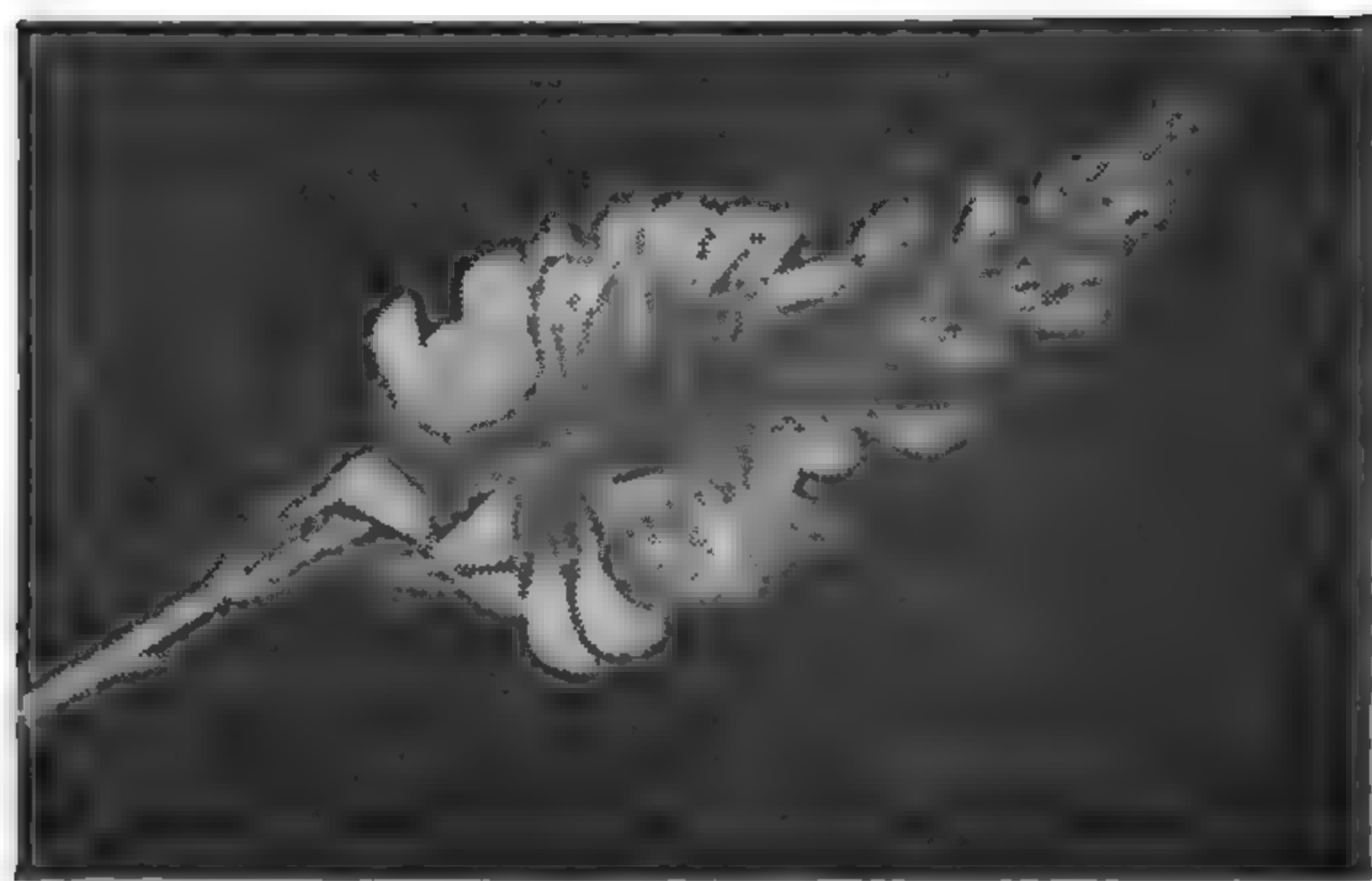
Вновь открытые и ранее известные горы имеют много общих морфологических черт (подобие очертаний, близкие по величине углы наклона склонов и площади основания). Две горы расположены на крупных положительных структурах, одна в зоне разлома. Детальное изучение морфологии и собранных с вершин донных осадков доказало вулканическое происхождение многих подводных гор.

Г. В. Агапова
Москва

РЕДКАЯ НАХОДКА

В своем известном руководстве по селекции сельскохозяйственных растений С. Фрувирт в 1910 г. писал, что белоцветная форма эспарцета виколистного (посевного) — *Onobrychis viciaefolia* Scop. была им найдена только один раз, но не привел ее описания. Мы также однажды нашли белоцветную форму эспарцета закавказского *O. transcaucasica* Grossh. Ввиду исключительной редкости находки, даем фото этой интересной формы.

В. И. Андрукович
Кандидат биологических наук
Грузинская селекционно-опытная станция (п/о Натхтари)



Белоцветная форма эспарцета закавказского

ПОЛУЧЕНИЕ СВОБОДНОГО ЦИКЛОБУТАДИЕНА

Работникам Бухарестского центра химических исследований Академии РНР удалось получить очень интересное органическое соединение — циклобутadiен.

Еще в 1905 г. немецкий химик Вильштеттер пришел к выводу, что циклобутadiен не может существовать в свободном состоянии из-за своей крайней неустойчивости.

Исследования были приостановлены на многие годы, до тех пор, пока не появилась возможность применения в этой области квантовой механики. В числе первых, кто вернулся к экспериментальным работам, и был коллектив, возглавляемый академиком К. Д. Неницеску. Этому коллективу удалось выделить циклобутadiен, а также его устойчивые производные.

На симпозиуме, посвященном А. М. Бутлерову и состоявшемся в Ленинграде, такие всемирно-известные ученые, как А. Н. Несмеянов, М. И. Кабачник, Н. Н. Семенов, В. фон Деринг, Р. Б. Вудвар и другие, выразили убеждение, что результаты, полученные коллективом румынских исследователей, способствуют решению одной из важных проблем органической химии.

В лаборатории Бухарестского центра химических исследований продолжается изучение свойств этого углеводорода.

«Аджерпрес», 1963, № 3—4 (Румыния)

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЫ

В секторе физики и техники плазмы Института ядерных исследований ведутся работы по использованию свойств плазмы в промышленности. Под руководством заведующего сектором и директора Института проф. Павла

ПОКОРЕНИЕ ЕНИСЕЯ

В летопись покорения человеком природы вписана еще одна славная страница — строители Красноярской гидроэлектростанции покорили Енисей.

В середине марта 1963 г. основные работы по возведению временных водопропускных сооружений в котловане первой очереди строительства Красноярской ГЭС были закончены. Часть бывшего русла реки, но уже одетая бетоном, была готова принять воды Енисея. Предстояло отвоевать у реки ее вторую половину русла, где возвести здание электростанции. Там, где веками нес свои воды Енисей, будет хозяйничать человек, отныне он станет управлять рекой.

Благоприятные гидрометеорологические условия позволили к 22 марта 1963 г. сузить Енисей до 37 м. Река была прижата к правому берегу. Для того чтобы пустить воды Енисея по бетонному руслу у левого берега и тем самым уменьшить расход воды в правобережном проране, надо было раскрыть ограждающие перемычки котлована первой очереди. Утром 23 марта мощным взрывом была вскрыта низовая перемычка. Вода пошла навстречу основному потоку реки и затопила котлован, но Енисей по-прежнему нес свои воды у правого берега. Ширина образовавшейся после взрыва прорези составляла 4 м, а к моменту взрыва верховой перемычки достигала уже 63 м. Борьба с рекой продолжалась.

24 марта в 12 час. 35 мин. громовое эхо потрясло район строительства — была взорвана верховая перемычка котлована первой очереди. В образовавшуюся 17-метровую прорезь хлынул бурлящий поток. Енисей пошел в подготовленное для него новое русло, расширяя прорезь. Водный поток разделился: часть воды шла через 37-метровый правобережный проран, другая часть — через сооружения у левого берега. 24 марта в 18 час. через проран проходило 330 м³/сек, а через сооружения у левого берега — 210 м³/сек, скорость в проране упала до 3,3 м/сек.

К окончательному перекрытию Енисея все было готово. Река несла устойчивый расход в 540 м³/сек.

25 марта в 10 час. начался последний штурм реки. Надо было повернуть ее к левому берегу и заставить всю проходить через сооружения котлована первой очереди. Мощные автосамосвалы с обоих берегов непрерывно сбрасывали в проран пятитонные бетонные тетраэдры и прямоугольники и огромные каменные глыбы. И водный поток, уступая натиску человека, вооруженного мощной техникой, начал постепенно оттесняться к левому берегу. К 13 час. расходы через проран и сооружения у левого берега сравнялись.

К 17 час. через сооружения у левого берега проходило уже 400 м³/сек, а через проран всего 140 м³/сек. В 17 час. 30 мин. дамбы, отсыпанные с правого и левого берега, сомкнулись. Перепад уровней

воды в момент смыкания достиг 1,5 м. Енисей был перекрыт. Основная масса воды шла через сооружения у левого берега. Человек заставил реку изменить свое привычное течение и направил ее по новому искусственному руслу.

В. А. Кореньков

Красноярск

СПЕКТР МАСС ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

В настоящее время физикам известно более 30 элементарных частиц, отличающихся друг от друга по своим свойствам. Одна из важнейших характеристик элементарной частицы — ее масса. Существуют элементарные частицы, которые вообще не имеют массы покоя. Если принять за единицу массу электрона — самой легкой элементарной частицы с отличной от нуля массой покоя — и выразить через нее массы всех остальных частиц, получается ряд цифр, называющийся спектром масс элементарных частиц. При этом «тяжелые частицы» более чем в 2000 раз превосходят по массе электрон, а само расположение цифр в ряду не подчиняется никакому простому закону.

Попытками теоретически обосновать существующий «спектр масс» элементарных частиц занимаются многие физики. Они стремятся найти некоторые общие свойства и характеристики, которые в какой-то мере допускали бы качественное и количественное объяснение различий между частицами.

Такими общими характеристиками могли бы быть свойства симметрии структуры пространства. Известным физиком Уилером и рядом других авторов высказывалась идея, что элементарные частицы представляют собой, грубо говоря, искривления пространства в некоторой области, характеризующей «размеры» элементарных частиц. При этом элементарные частицы не могут переходить одна в другую, так как им отвечают поверхности различной топологической связности. Так, шар путем непрерывной деформации может быть превращен в эллипсоид — это фигуры одной топологической связности. Но в тор, например, таким путем шар превратить нельзя — топологическая связность этих тел различна.

Советский физик И. Г. Ивантер делает попытку дать количественное объяснение спектра масс элементарных частиц¹, исходя из идеи о различной топологической связности, соответствующей различным элементарным частицам. Для каждой топологической структуры, обладающей определенной симметрией, можно ввести свою количественную характеристику — так называемый коэффициент упаковки. Пусть каждой элементарной частице соответствует некоторая топологическая структура, тогда этой частице приписывается и соответствующая данной структуре численная характеристика. Оказывается, что удастся написать некоторую общую формулу, связывающую массы различных элементарных частиц друг с другом через так называемые коэффициенты упаковки, присущие этим частицам. Электрону, например, сопоставляется шаровая симметрия, л-мезону ставится в соответствие тор, К-мезонам и гиперонам — весьма высокие типы аксиально-винтовой симметрии. Эти топологические структуры как бы описывают те искривле-

Новацкого разработаны различные типы оборудования, производящего раскаленную плазму для промышленных целей, в том числе плазменная печь для плавки вольфрама, плазменный генератор, позволяющий нагревать до высокой температуры различные газы, что имеет особо важное значение в химической промышленности, плазменный пистолет, при помощи которого можно покрывать поверхности металлов слоем тугоплавких металлов и керамики. Ведутся работы над созданием плазменного аппарата для резания металлов, а в будущем году будут начаты работы по созданию плазменного аппарата для бурения твердых пород, в котором вместо бура будет использована струя раскаленной плазмы.

В Институте ядерной энергии строится также магнетогидродинамический генератор, служащий для непосредственного превращения тепловой энергии в электрическую.

«Польское обозрение», 1963, № 9, стр. 22.

ПРИЛИВЫ В АТМОСФЕРЕ

Гравитационное воздействие Луны вызывает на Земле приливы не только в водной оболочке и литосфере, но также и в земной атмосфере. Последние должны, несомненно, сказываться на оптических свойствах газовой оболочки, окружающей нашу Землю. Так, должна изменяться яркость свечения неба в зависимости от того, находится над наблюдателем приливной горб или впадина газовой оболочки.

Анализ фотометрических наблюдений свечения сумеречного неба, проведенных в 1946—1948 гг. в Швеции и в 1948—1953, 1958—1960 гг. в Англии, показывает, что существуют систематические колебания яркости свечения сумеречного неба, связанные с фазами Луны, т. е. фактически с ее расположением относительно Солнца и Земли.

Изменения суммарной яркости свечения сумеречного неба, обусловленные приливными лунными эффектами в земной атмосфере, составляют на высотах 55—75 км ~ 10%, на высоте 85—105 км ~ 7% и на высотах 125—145 км ~ 5%. Изменения же в отдельных линиях спектра могут достигать 30%, как это имеет место для линии натрия 5893 Å.

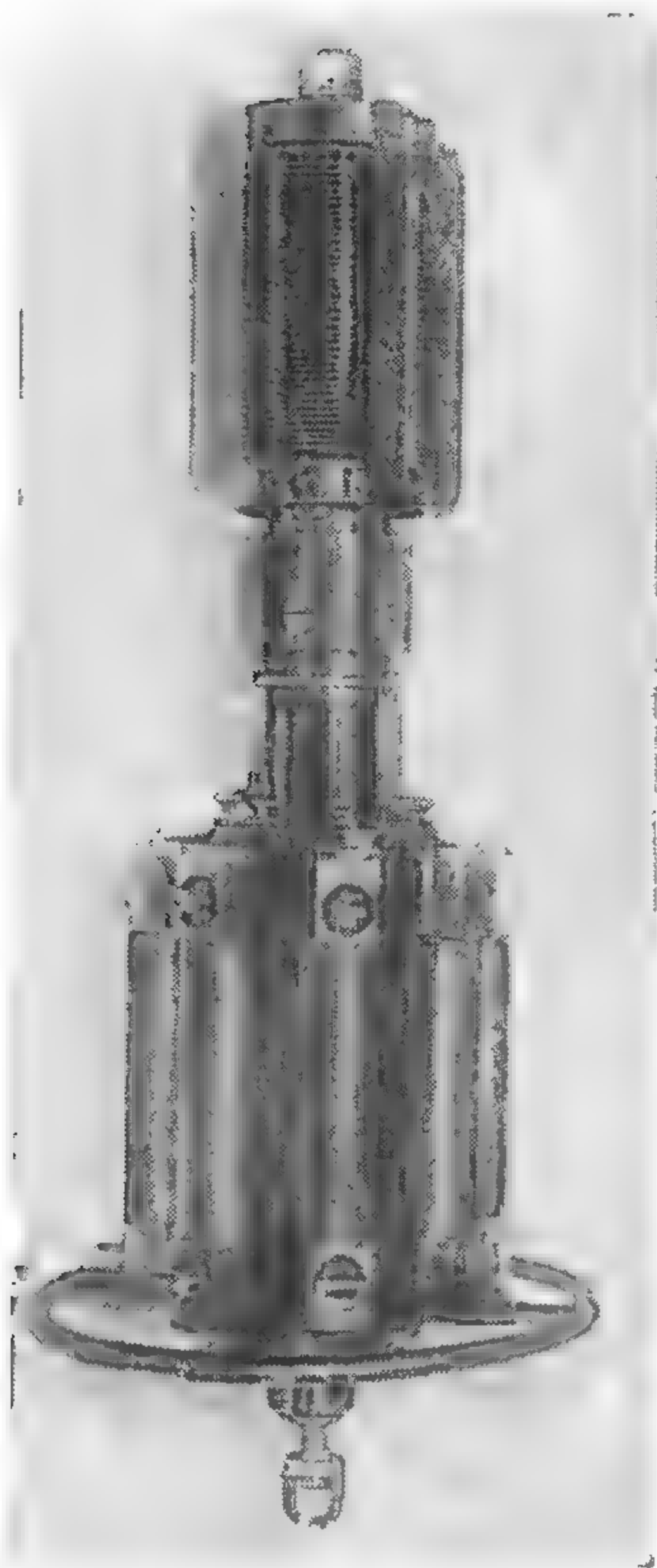
¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. 148, 1963, № 2, стр. 303—306.

Сармонический анализ наблюдений показывает периодичность в изменениях яркости с интервалами в 14,5 и 29,5 суток. Как известно, синодический месяц, т. е. время полной смены фаз Луны, составляет также 29,53 суток. Это подтверждает мысль о влиянии приливов в атмосфере Земли, вызываемых Лунной, на изменения яркости свечения неба.

«Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics», v. 24, 1962, p. 1065—1071 (Англия)

БАТОМЕТР-ТЕРМОБАТИГРАФ

Интересный прибор — батометр-термобатиграф, служащий для определения и автоматической записи температуры воды в природных бассейнах по мере возрастания глубины, сконструирован сотрудниками Научно-исследовательского института приборостроения И. М. Шендеровичем и Л. С. Клебан. Батометр-термобатиграф может быть также использован для взятия проб со стандартных горизонтов.



ния пространственной метрики, которые соответствуют различным элементарным частицам. Искривление пространственной метрики, как известно из общей теории относительности, связано с гравитационным полем. Неудивительно поэтому, что в формулу входит также «гравитационная постоянная» γ .

Из такой точки зрения вытекает неожиданное качественное следствие. Поскольку структуры обусловлены гравитационным полем, то при наложении поля, близкого к некоторому критическому, эти структуры могут стать неустойчивыми, т. е. в сверхсильных гравитационных полях может происходить как бы «разрушение» элементарных частиц. Может нарушаться, например, закон сохранения числа тяжелых частиц (барионов). Именно благодаря действию этого закона при термоядерных реакциях вся масса всех реагирующих частиц не может перейти в энергию. С нарушением закона сохранения числа барионов, которое не наблюдается в земных условиях, может быть связано не объясненное до сих пор гигантское выделение энергии в сверхплотных или сверхтяжелых системах, например в сверхновых звездах.

ЗИМНЯЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ШКОЛА ПО ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Физика давно уже перестала быть делом изолированных ученых и давно уже не в двух-трех центрах, а во многих городах нашей страны созданы сильные коллективы научных работников. Как бы хорошо не была поставлена информация в журналах или путем обмена предварительными сообщениями, ничто не может заменить живое, непосредственное общение между собой людей, занятых одними и теми же проблемами. И чем более непосредственным будет такое общение, тем больше пользы оно принесет.

Уже несколько лет в нашей стране существует новая форма общения физиков — так называемые зимние и летние «школы» по узкому кругу проблем. В течение двух недель на пароходе, плывущем вниз по Енисею, или зимой на лыжной базе физики, интересующиеся одним кругом проблем, не только во время предусмотренных программой лекций, но и в «свободное» время интенсивно работают и спорят. Стихийно возникают небольшие семинары, физик из Красноярска отыскивает физика из Риги, с которым давно знаком по журнальным статьям, но не мог до сих пор поспорить «вплотную». А может быть, они окажутся и соседями по комнате или партнерами в дальнем лыжном походе. Случается, что сложные формулы пишутся лыжной палкой на снегу в двух шагах от лыжни и через несколько минут возникает неожиданное горячее обсуждение-среди десятка присоединившихся лыжников.

Этой зимой на лыжной базе «Коуровка» под Свердловском по инициативе Института физики металлов АН СССР и секции по физике магнитных явлений Научного совета АН СССР по проблеме «Физика твердого тела» была проведена уже третья зимняя теоретическая школа. Из четырнадцати городов страны собралось 150 физиков. Душой и основным организатором школы был председатель секции по физике магнитных явлений, член-корреспондент АН СССР Сергей Василье-

вич Вонсовский. Его восьмичасовым обзором о природе обменного взаимодействия в твердом теле были заняты лекционные часы (2 часа утром и 2 часа вечером) первых двух дней работы школы.

Обменное взаимодействие — это чисто квантовый эффект, который очень трудно себе представить и совсем нельзя моделировать в воображении, так как в мире, доступном нашему непосредственному чувственному восприятию, нет ничего аналогичного. Дело в том, что электроны физически между собой полностью тождественны, поэтому любой из них можно заменить на другой, соседний, т. е. как бы обменять местами. Казалось бы, от этого ничего не произойдет. Но каждый электрон на своем месте обладает определенным направлением своего спина, который может не совпадать по направлению со спином другого электрона, и, во всяком случае, несколько иначе взаимодействовать с присутствующим повсюду магнитным полем. Поэтому обмен местами будет связан с известной затратой энергии. Вот эта величина энергии, которая может быть вычислена, и соответствует энергии обменного взаимодействия. В классической электродинамике такие силы не могли бы возникнуть; пусть электроны сидят по своим местам — никто их обмениваться не заставляет, но в квантовой теории такая постановка вопроса не может иметь места. Только учет обменных взаимодействий дает в наше время возможность создать стройную теорию магнитных явлений. При этом надо учитывать взаимодействие не только между двумя ближайшими электронами, но также и коллективные влияния, т. е. находить обменные интегралы. О получении таких интегралов для разных физических случаев, возможности их сравнения с экспериментом и о роли их для глубокого проникновения в самые различные явления в твердом теле и говорил С. В. Вонсовский.

Второй была лекция кандидата физико-математических наук Ю. А. Изюмова (Свердловск) — «Рассеяние нейтронов на спиновых волнах». Взаимодействие нейтронов с твердым телом дает новый метод его исследования. Нейтроны не имеют электрического заряда, а только магнитный момент, поэтому их рассеяние может дать представление о самых интимных, глубоко скрытых магнитных свойствах электронов и ядер атомов. Монохроматический пучок нейтронов дает Брэгговское рассеяние и фон. Таким образом, о распределении магнитных моментов можно узнать не меньше, чем удалось узнать о строении кристаллов при помощи рассеяния рентгеновых лучей. Глубокая математическая теория рассеяния нейтронов дает возможность экспериментально проверить соответствующие выводы.

Продолжением этой лекции было сообщение кандидата физико-математических наук С. В. Малеева (Ленинград) о рассеянии медленных (поляризованных) нейтронов.

Лекции москвича, молодого доктора физико-математических наук Ю. М. Кагана о работах по теории эффекта Моссбауэра, сделанных им и его сотрудниками, было отведено по регламенту 4 часа, но интерес к ней оказался настолько велик, что пришлось продолжить ее еще на столько же. Известно, что благодаря эффекту Моссбауэра можно измерять некоторые величины с точностью до 14 и 15 знаков. Это позволяет проследить за такими явлениями, которые раньше полностью ускользали от экспериментатора. Но для этого надо теоретически рассчитывать, что именно надо мерить, чтобы использовать новое сверхтонкое оружие физических наблюдений. Лекция Ю. М. Кагана была особенно интересна тем, что каждый раздел теоретических исследований он доводил до сравнения с экспериментом и указывал, что можно и нужно мерить. Естественно, что семинар по затронутым им вопросам продолжался до самого закрытия школы; работающие в этой области

В основу действия прибора положен термоманометрический принцип измерения температуры и гидростатический принцип измерения давления воды. Основные узлы прибора — термоблок, батиблок и заборный механизм. Термоблок представляет собой несложную манометрическую систему, состоящую из медной капиллярной трубки и геликоидальной пружины, полости которых заполнены толуолом. По мере спуска аппарата объем толуола вследствие колебания температуры изменяется. Это, в свою очередь, приводит к деформации манометрической пружины. Величина деформации, соответствующая тем или иным температурным показателям, записывается на батиблоке. Расшифрование записей производится при помощи особого отсчетного приспособления и тарифовочной сетки, установленных здесь же.

Прибор измеряет температуру воды от -2 до $+30^{\circ}\text{C}$; глубина погружения его — 200 м. Срабатывание механизма для взятия проб осуществляется посредством датчика глубины и специального кинематического устройства. Прибор позволяет брать пробы с водных горизонтов в 10, 15, 25, 50, 75, 100, 150 и 200 м.

Серийное производство батометров-термобатиграфов освоено Московским заводом гидрометеорологического оборудования.

А. А. Чернов
Москва

ДЛИТЕЛЬНО СВЕЯЩИЙСЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ЭКРАН

В рентгеновском просвечивании и электронной микроскопии применяются экраны, покрытые люминесцентным составом, светящимся при облучении. Однако известные до сих пор составы перестают светиться вскоре после прекращения облучения. Английские исследователи Рэнби, Хоббс, Гернер и Беррес сообщили, что им удалось найти метод, позволяющий задержать светящееся изображение в течение получаса. Для этой цели используется светящийся состав, состоящий из двойного сульфида цинка и кадмия, через который пропускается постоянный электрический ток. Облучение возбуждает электролюминесценцию вещества, т. е. превращение энергии электричес-

кого тока в световую энергию. Свечение продолжается около 30 мин. после прекращения облучения, но мгновенно прекращается при выключении тока, после чего экран готов для получения следующего изображения. Новый экран позволит заменить рентгеновские снимки просвечиванием, сократить время, в течение которого пациент подвергается облучению, дает возможность быстрого просвечивания на операционном столе и облегчит технику электронной микроскопии.

«Science News Letters», v. 83, 1963, № 9, p. 142 (США)

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИН

В Бюро Стандартов США в оптическом интерференционном методе измерения длин использован гелий-неоновый плазменный лазер (квантовый генератор света). Свет, испускаемый лазером, имеет точно определенную длину волны, что позволяет измерять расстояния до 100 м с точностью до одной 200-миллионной. Применявшийся ранее в интерференционном методе как источник света криптон-86 давал наивысшую точность лишь на длине около 25 см. Новый источник света предполагается применять для калибровки измерительных лент, которая ранее производилась механическими методами с точностью до одной миллионной.

«Science News Letters», v. 83, 1963, № 9, p. 133 (США)

ЭЛЕКТРОННО- МИКРОСКОПИЧЕ- СКОЕ ИССЛЕДОВА- НИЕ СКОРЛУПЫ ЯЙЦА

В связи с решением физических проблем роста кристаллов и биофизических вопросов кальцификации в биологических системах проведено электронномикроскопическое исследование скорлупы яйца. Она на 94% состоит из карбоната кальция в виде кальцита, 5% органического вещества и небольшой примеси карбоната и фосфата магния. После удаления органического вещества кристаллическая часть скорлупы изучалась под элек-

трики договаривались о конкретных возможностях дальнейших исследований.

К сожалению, размеры данного сообщения не позволяют подробнее остановиться на лекциях кандидата физико-математических наук Р. Н. Гуржи (Харьков) о процессах переноса в твердых телах при низкой температуре, кандидата физико-математических наук Ю. П. Ирхина (Свердловск) по теории учета спин-орбитального взаимодействия в ферромагнетиках, Ирины Яснеевич (Ленинград) о ферромагнитном эффекте Холла в металлах и полупроводниках и Л. А. Фальковского (Москва) об энергетическом спектре электронов в висмуте и подобных металлах, но уже одно перечисление тем лекций пленарных заседаний показывает широту охвата проблем в работе школы. Из вопросов, разбиравшихся на секциях, нельзя пропустить вызвавшее большой интерес сообщение доктора физико-математических наук И. Е. Дзялошинского (Москва) о возможности возникновения геликоидального (винтового) магнитного упорядочения в твердых телах.

Преимущество школы перед конференцией, на которой обычно ставятся 10—15-минутные доклады об оригинальных работах докладчика, — в обзорности лекций и в том, что время обсуждения практически не ограничивается.

Примерно четыре пятых участников школы не достигли возраста 35 лет. Молодежь всегда остается молодежью, и серьезные научные дискуссии, которые иногда продолжались по комнатам до глубокой ночи, легко сочетались с лыжными вылазками, танцами и отчаянным хорошим пением. И даже 40-градусные морозы, стоявшие часть времени, не мешали участникам конференции не только работать, но и набираться сил и здоровья.

Разъезжаясь по своим городам, молодые и пожилые ученые выражали свою благодарность организаторам школы и надежду вновь встретиться в следующих летних и зимних тематических научных школах.

М. А. К о р е ц
Москва

СОВЕЩАНИЕ ГЕОЛОГОВ И ГЕОФИЗИКОВ

С 27 февраля по 4 марта 1963 г. в Саратове проходило совещание по результатам региональных геолого-геофизических работ в бортовой зоне Прикаспийской впадины. На нем были подведены итоги современного состояния геофизических исследований, сообщалось о новых, весьма интересных данных о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности этого района. Среди них особый интерес представляет выявление геофизическими методами выступов кристаллического фундамента, на котором покоится многокилометровая толща осадочных пород. По современным представлениям, присутствие таких выступов обуславливает изгиб вышележащих осадочных толщ, иначе говоря, приводит к образованию структурных форм (антиклиналей, флексур), которые могут явиться ловушками для жидких и газообразных углеводородов. В пределах только саратовского участка бортовой зоны Прикаспийской впадины установлено несколько крупных выступов кристаллического фундамента. Аналогичное строение фундамента наблюдается и в Волгоградской области. Если при этом учесть, что большинство месторождений нефти и газа у нас и за рубежом приурочено к таким структурным ловушкам, то важность этого открытия стано-

вится ясной всем. Результаты геофизических работ будут использованы для размещения скважин глубокого разведочного бурения.

С большим интересом познакомились присутствующие с проблемой перспективы нефтегазоносности и направлением геолого-поисковых работ в бортовой зоне Прикаспийской впадины. Во многих докладах и выступлениях излагались результаты геологических и геофизических исследований, проводившихся в различных участках этой зоны. Установлен мощный комплекс отложений, представляющих большой интерес при поисках нефти и газа. Несмотря на значительную глубину залегания, эти отложения, различные по возрасту, могут быть вскрыты глубоким бурением. Территориально такая перспективная зона в виде широкого полукольца протягивается от Волгограда до Уральска.

Внимание участников совещания привлекло сообщение о региональных геофизических исследованиях с применением новой сейсмической аппаратуры. В настоящее время основные структурные элементы земной коры — платформы — рассматриваются как относительно стабильные в сейсмическом отношении. Однако первые опытные работы, проведенные на Русской платформе с использованием высокочувствительных приборов, созданных советскими учеными, показали, что в действительности Русская платформа — очаг множественных микроземлетрясений. Широкое внедрение в практику геофизических исследований такой аппаратуры совершенно необходимо и может привести к пересмотру ряда укоренившихся представлений о строении земной коры.

Глубокий анализ геологического строения северо-западного борта Прикаспийской впадины показал, что недавно открытое в Саратовском участке прибортовой зоны Любимовское газовое месторождение убеждает в правильности выбранного направления геолого-поисковых работ в этом еще пока слабо изученном, но весьма перспективном районе нашей страны.

З. Е. Гауэр
Москва

ТЕФРОХРОНОЛОГИЯ

На заключительном заседании Международного конгресса Ассоциации по изучению четвертичного периода (Варшава, 1961 г.) японский делегат предложил организовать т е ф р о х р о н о л о г и ч е с к у ю к о м и с с и ю. Греческое слово тефра употребил еще Аристотель для обозначения вулканического пепла. Тефрохронология изучает историю отложения вулканического пепла, а следовательно, хронологию и историю вулканических извержений. Заслуга определения задач и разработки методов тефрохронологических исследований принадлежит исландскому ученому Сигурдур Тораринсону. В 1944 г. он опубликовал свою первую статью о тефрохронологических исследованиях в Исландии, получившую отклик в различных странах.

Вот что сообщил С. Тораринсон. В многочисленных обнажениях новейших отложений «страны вулканов» — Исландии были обнаружены слои вулканического пепла. Здесь находится до 30 вулканов и со времени появления на острове норманнов (870 г. н. э.) разразилось около 140 вулканических извержений. Особенно отчетливо выделялись три слоя пепла, отмеченные во многих пунктах. Необходимо было прежде всего установить возраст этих основных слоев и соответствующих вулканических извержений, а затем попытаться выяснить влияние этих катастроф на жизнь населения Исландии и природные условия.

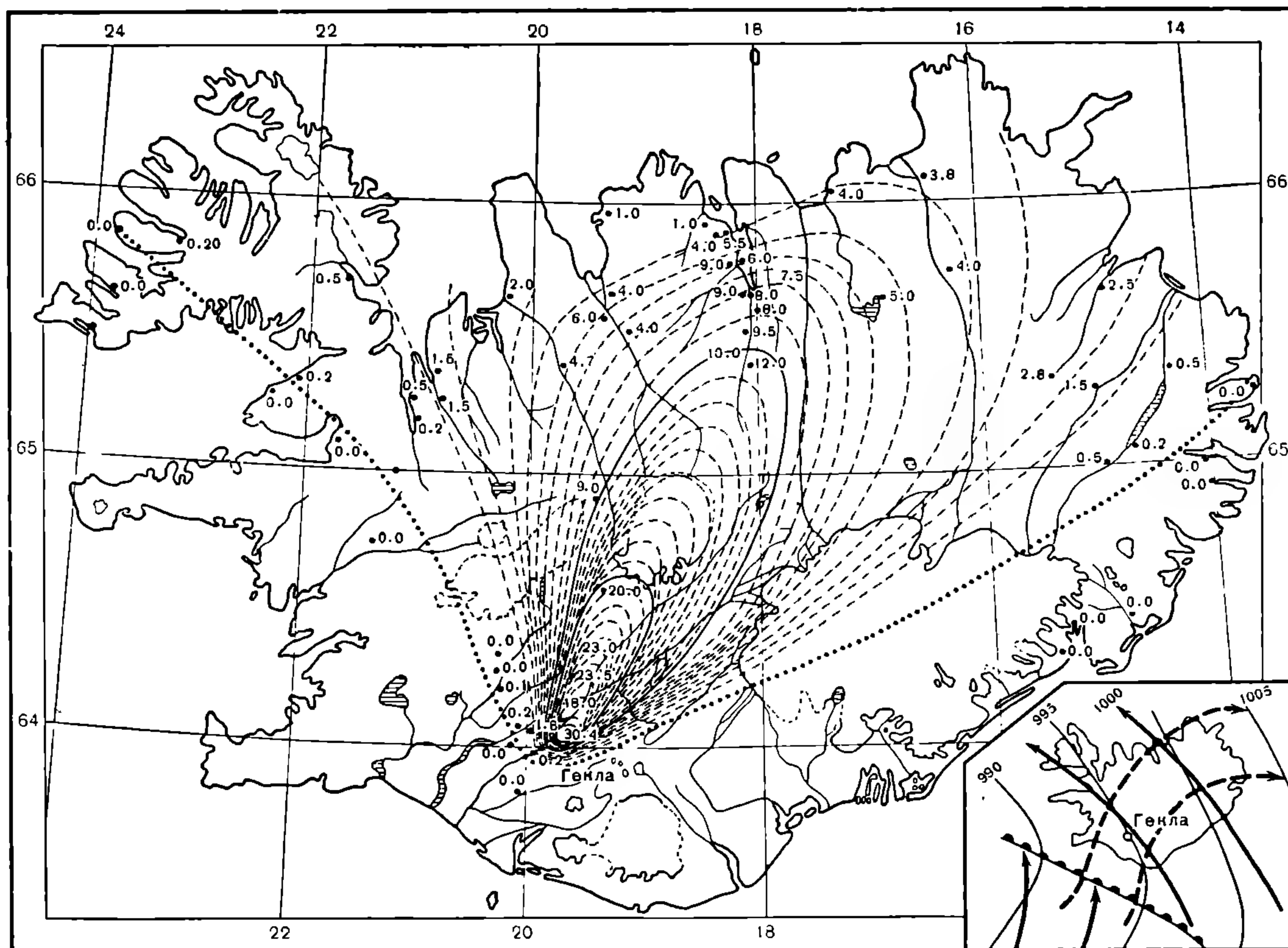
тронным микроскопом. Установлено различное строение отдельных ее частей. Острая выпуклость яичной скорлупы состоит из агломерата прекрасно ограненных ромбоэдрических микрокристаллов кальцита, размером до 1μ в диаметре, расположенных беспорядочно вокруг центра выпуклости яйца. Нижняя тупая выпуклость имеет компактную структуру и сложена из крупных кристаллов кальцита, расположенных подобно кирпичам в стене.

Наиболее интересна структура боковой части скорлупы. Спайные ячейки кальцита имеют явно кристаллографический контроль. Углы между кристаллографическими направлениями соответствуют углам между ромбоэдрическими осями кальцита; причем одно из кристаллографических направлений параллельно поверхности скорлупы. Ориентировка их довольно постоянна на большой площади, поэтому можно заключить, что здесь существует либо один огромный простой кристалл (монокристалл), либо большой скелетный кристалл. Пустоты и включения, которые разбросаны на поверхности разломов, указывают на возможность последнего случая. Рентгеноструктурное изучение тех же образцов не выяснило природу этих кристаллов.

«Journal Applied Physics», v. 33, 1962,
№ 8, p. 2658—2659 (США)

АЗОТ ИЛИ УГОЛЬНАЯ КИСЛОТА?

Причиной так называемого глубинного опьянения и декомпрессионной, или кессонной, болезни водолазов является не наркотическое действие растворившегося в крови человека азота, как это принято считать, а угольная кислота, образующаяся в организме в результате нарушения газового обмена под действием повышенного давления. К такому выводу пришли швейцарские ученые — математик Келлер и физиолог Бюльман. Келлеру удалось составить газовую смесь на кислородно-гелиевой и кислородно-водородной основе, которая при определенной дозировке потребления и подачи ее предотвращает образование угольной кислоты в опасных концентрациях.



Распространение и толщина (в см) отложенного слоя вулканического пепла, выброшенного при извержении вулкана Гекла в 1300 г. (Исландия). По С. Тораринсону

При помощи вычислительной машины было составлено специальное «расписание погружения», определяющее концентрацию подаваемой дыхательной смеси в зависимости от глубины и времени пребывания водолаза в море. Келлеру удалось погрузиться на глубину в 222 м. С этой глубины ученый поднялся в течение одного часа. При подъеме водолаза с такой глубины на это потребовалось бы 7 час.

По расчетам Келлера, человек, дышащий этой смесью, способен выдержать нагрузки, соответствующие погружению на 1000-метровую глубину океана.

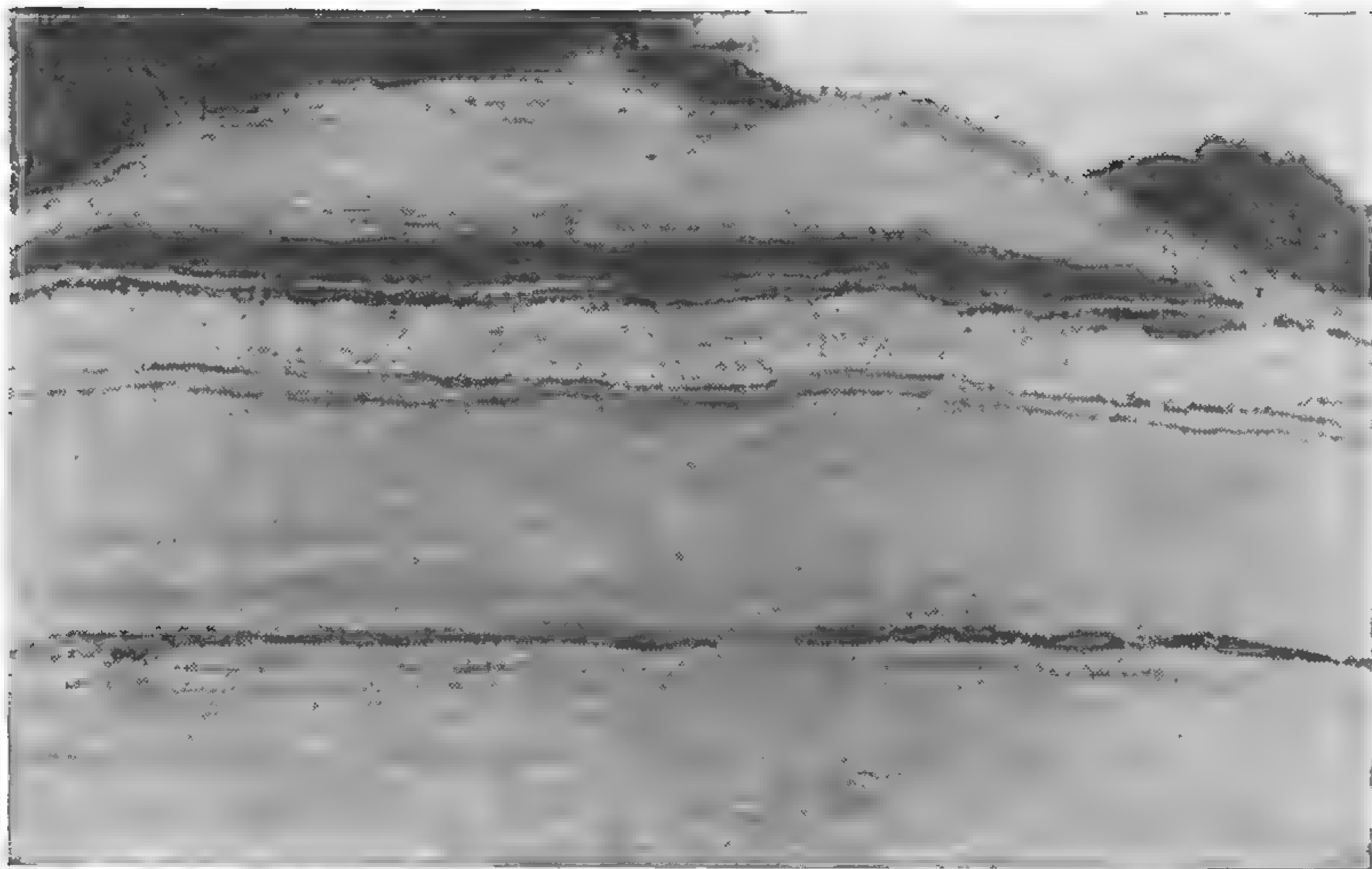
«Schweizer Maschinenmarkt», 1962, № 23, S. 62—63 (Швейцария)

БАКТЕРИИ ОЧИЩАЮТ РЕКИ

Отходы промышленных предприятий, загрязняющие реки, наносят огромный ущерб народному хозяйству. Ведутся интенсивные

20 лет тому назад, когда Тораринсон начинал свои исследования, хронология новейших отложений еще не могла использовать методы определения абсолютного возраста, основанные на изучении радиоактивных изотопов. Ученый мог полагаться только на исторические документы, погребенные под вулканическим пеплом. Следовательно, тефрохронология Исландии в 40-х годах могла распространиться только на последнее тысячелетие.

Из трех слоев пепла особое внимание привлек к себе нижний, очень светлый слой. Его тщательно изучили в химическом, минералогическом, спектральном отношении. Установлена была его идентичность в различных пунктах острова и то, что пепел был выброшен вулканом Гекла. Южный ветер разнес пепел этого вулкана далеко к северу и образовал слой вулканического пепла, покрывший две трети (70 тыс. км²) площади Исландии — морены, террасы, старые постройки и т. д. Объем пепла, выброшенного вулканом Гекла во время извержения, составил около 5 км³. Но когда же произошло само извержение? Изучение старинных книг и построек норманнов позволило ответить и на этот вопрос. Осевший пепел покрыл хижины норманнов в районе Дьюрзадагур. Это был прежде довольно густо заселенный район, но в котором теперь проживают только две семьи исландцев. Среди построек, покрытых пеплом, оказалась и хижина героя исландских саг Гаукра Трандгиссона из Стренга. Извержение описано в старых книгах и дата его установлена совершенно точно: 1300 г. н. э. В те годы вулканические



Слой белого вулканического пепла на берегу залива Корфа (Камчатка)
Фото Е. Малаевой

извержения, сопровождавшиеся выбросами пепла, происходили очень часто. Они причиняли ущерб и природе и людям. Были засыпаны посевы овса и ячменя и погибли березовые рощи (на что указали данные спорово-пыльцевого анализа). Население лишилось пищи и топлива. Земледелие пришло в упадок. Норманны стали покидать внутренние районы острова, селиться на его берегах. Земледельцы и скотоводы становились рыбаками.

Постепенно эти исследования получали в Исландии дальнейшее развитие. В 1949 г. Тораринсон сообщил об успешном применении тефрохронологического метода для датировки древних морен исландских ледников, а к Международному конгрессу географов, собравшемуся в 1960 г. в Стокгольме, он установил, что в Исландии удалось установить уже до 100 слоев вулканического пепла, из них пять опорных слоев (H_1 — H_5). Пепел покрыл пространство острова и дно океана на площади до 250 тыс. км², объем его составлял 12 км³. Хронология пепла и вулканических извержений теперь установлена уже не только историко-археологическим путем, а и радиоуглеродным методом датирования. Выбросы пепла, образовавшие слои H_3 , H_4 и H_5 , происходили, соответственно, 2720 ± 130 , 3830 ± 120 и 6410 ± 170 лет тому назад.

Итак, Исландия — родина тефрохронологии. Этот метод может успешно применяться во всех районах молодого вулканизма Земли: Армении, Камчатке, Японии, Новой Зеландии, Огненной Земле, в океанах.

Японский исследователь С. Кайсука отметил важность тефрохронологических исследований в Японии, где известно около 250-ти вулканов, 45 из них извергались в четвертичное время. За тысячелетие произошло не менее тысячи вулканических извержений, и пепел покрыл огромные пространства японских островов. В Японии, как и в Исландии, возраст слоев пепла определяют археологическим, а также геоморфологическим методами, но, по-видимому, еще не применялся радиоуглеродный метод. В этом отношении очень успешным было исследование вулканического пепла Огненной Земли, новейшую историю которой изучил выдающийся финляндский географ В. Ауэр. В разрезах огненноземельских торфяников ему удалось установить присутствие семи слоев вулканического пепла (слои O_1 — O_4 и I — III), определить особенности растительности и климата для времени каждого выб-

научные исследования для нахождения способов очистки речных вод от вредоносных примесей. Сотрудники Силезского политехнического института предложили использовать для очистки вод от феноловых соединений бактерии, питающиеся фенолом.

Некоторые штаммы этих видов бактерий способны разложить в течение 15—20 час. до 98% содержащегося в воде фенола, если его концентрация не превышает 700 мг в литре воды. Новый метод будет использован для очистки сточных вод коксохимических заводов.

«Польское обозрение», 1963, № 11, стр. 18

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕРМОМЕТР ДЛЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Для точного измерения температур в диапазоне от 4 до 14° K в Бюро Стандартов США разработан прибор, в котором при помощи ультразвукового резонатора определяется скорость звука в газообразном гелии. Прибор предполагается использовать для калибровки германиевых термометров сопротивления.

«Science News Letters», v. 83, 1963, № 3, p. 46 (США)

ПЛАВУЧИЕ АКВАРИУМЫ

Суда-аквариумы — грузовые корабли, предназначенные для перевозки живой рыбы на дальние расстояния. Два таких транспорта строит Горьковский судостроительный завод им. 40-й годовщины Октября.

Суда-аквариумы имеют по 10 трюмов-отсеков, заполненных водой, они и станут временным обиталищем выловленной в реке или море рыбы. Специальные холодильные устройства поддерживают необходимую температуру воды. В отсеках установлены газораспределительные форсунки, насыщающие воду кислородом.

Корабли с живой рыбой с мест вылова войдут к промышленным центрам. Далее, переселенные в специальные автомобили-рыбовозы, жители вод будут доставлены в магазины.

В этих плавучих аквариумах можно будет перевозить и мальков промысловых видов рыб с целью их акклиматизации в новых водоемах.

НА ВОСЬМИ ЯЗЫКАХ

В конце минувшего года в Москве состоялось совещание директоров и главных редакторов сельскохозяйственных и лесных издательств стран — участниц Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), куда входят СССР, Народная Республика Болгария, Чехословацкая Социалистическая Республика, Венгерская Народная Республика и другие страны социалистического лагеря. Совещание обсудило вопрос о создании сельскохозяйственного словаря на восьми языках — русском, польском, болгарском, венгерском, румынском, чешском, немецком и английском. Учреждена Главная редакция словаря. Предполагается, что первый и второй тома выйдут в свет к середине 1966 г.

Совещание обсудило также примерный проспект книги «Достижения науки и техники — сельскому хозяйству стран социализма».

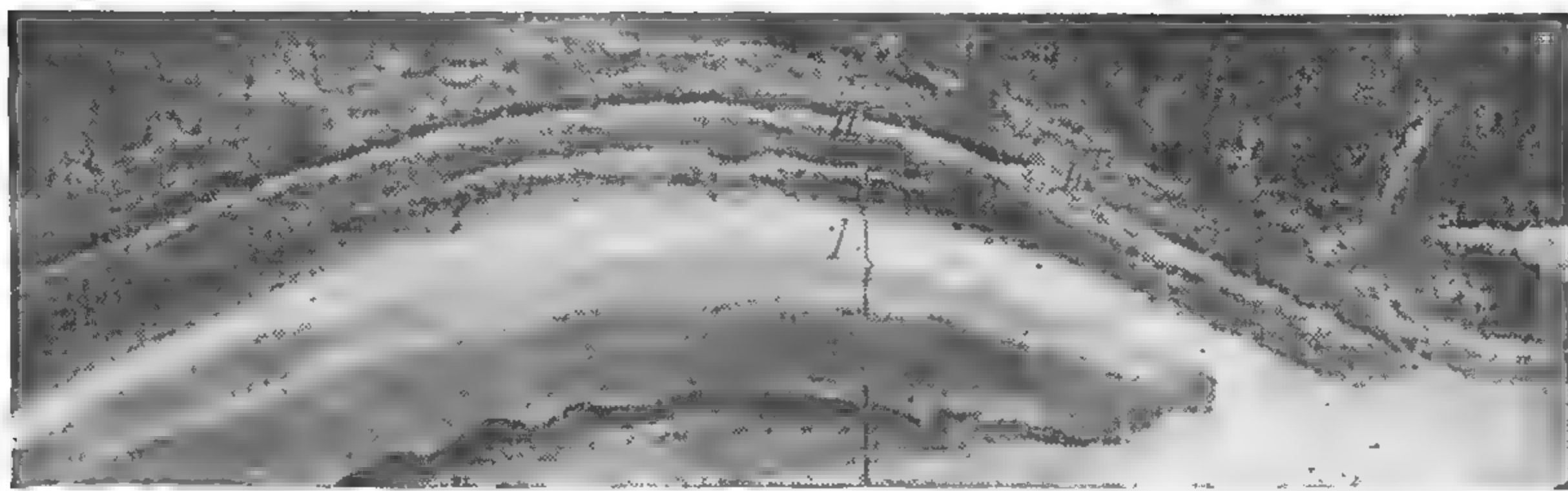
«Международный сельскохозяйственный журнал», 1963, № 1, стр. 110.

МЕДИКАМЕНТЫ И СТРУКТУРА КЛЕТКИ

В лаборатории электронной микроскопии Эндокринологического института Академии РНР был применен новый метод, позволяющий наблюдать тончайшие изменения, происходящие в структуре и деятельности клетки в результате воздействия медикаментов, меченных радиоактивными изотопами.

Метод этот состоит в следующем: от подопытного животного или же в некоторых случаях от больного человека, которому был предварительно введен изучаемый медикамент, берутся тончайшие сечения ткани — примерно в 300 Å. Ткань приводят в соприкосновение с чувствительной пленкой, покрытой специальной эмульсией. Затем препарат, состоящий из излучающей ткани и пленки, изучается при помощи электронного микроскопа. На светящемся экране микроскопа можно наблюдать над действием введенного медикамента на структуру клетки.

При помощи оригинальных технических методов коллектив лаборатории наблюдал перемещение радиоактивного фосфора



Слои вулканического пепла на Огненной Земле. По В. Ауэру. Слои 0, I и II возрастом от 4500 до 20 000 лет

роста пепла, а также возраст самих слоев пепла. Оказалось, что на Огненной Земле, как и в Исландии, одни и те же слои пепла покрывают большие пространства и различные элементы поверхности и поэтому имеют большое хронологическое значение. Возраст более молодых слоев пепла I, II, III — 9000, 4500—5000 и 2000 лет, что соответствует послеледниковому времени. Слои O₁ — O₄ старше и нижний из них древнее даже 20 тыс. лет.

Совершенно очевидно, что тефрохронология открывает возможности точного определения возраста вулканических извержений и других изменений природы в молодых вулканических областях.

Нам хотелось бы закончить следующим замечанием: теперь слово за советскими исследователями.

Профессор К. К. Марков

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

НОВЫЙ БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫЙ КОНЦЕНТРАТ

«Наследие» профессора Таусона * Новая роль парафинов * Общий состав продукта * Незаменимые аминокислоты * Ряд витаминов В * Опыты с кормлением * Задачи полупроизводственной установки * Проблемы экономики

Известный советский микробиолог В. О. Таусон в одной из своих первых опубликованных работ еще в 1924 г. указывал, что микроорганизмы могут использовать для своего существования и размножения углеводороды. В статье «К вопросу об усвоении парафина микроорганизмами» автор, наряду с подробным описанием успешно проведенных им в этом отношении экспериментов, также сообщал: «В образцах почв, загрязненных нефтью, полученных из Баку, мне удалось доказать присутствие значительного числа различных бактерий, использующих углеводороды (парафины и, вероятно, углеводороды других гомологических рядов) в качестве источника углерода...»¹.

За многие годы, которые прошли с тех пор, как были написаны эти строки, сделано немало в области использования углеводородов и самим автором при жизни и другими учеными². Но особенно яркое развитие идеи профессора Таусона получили в последних работах фран-

¹ «Журнал Русского ботанического общества при Академии наук», т. 9, 1924, стр. 172—173.

² См. С. И. Кузнецов, М. Г. Иванов, Н. Ляликова. Введение в геологическую микробиологию, 1962, стр. 239 (перечень литературы, стр. 219—236)

цузских исследователей¹; эти работы предполагается обсудить на предстоящем VI Международном нефтяном конгрессе, который будет проходить в июне 1963 г. во Франкфурте-на-Майне. Речь идет о далеко необычной для нефтяной промышленности проблеме — установлении для этой промышленности, помимо всех прочих, новой функции — получения дешевого нового ценного продукта, именуемого сокращенно «белково-витаминным концентратом». Специфическая особенность этого концентрата заключается в том, что он весьма быстро может быть синтезирован культурой микроорганизмов в питательной среде, основной частью которой являются насыщенные углеводороды нефти (парафины), отделяемые при ее очистке.

Во Франции, как сообщает руководитель этих исследований А. Шампанья (а в некоторых статьях и его сотрудники), работы по выяснению возможности использования различных микробов для процессов очистки и переработки нефти начались в 1957 г. на расположенном вблизи Марселя нефтеочистительном заводе (г. Лавера). Исследования показали, что ряд микроорганизмов может существовать и быстро размножаться, используя смесь углеводородов нефти, даже находящуюся на дне резервуаров, в бассейнах декантации нефтеочистительных заводов, на землях, пропитанных нефтью, и под битуминозным покрытием дорог. Это побудило руководителя исследований выступить в мае 1959 г. на собрании членов Французской национальной ассоциации технических исследований с предложением развивать работы по использованию нефти для культуры микробов. В результате двухлетних работ удалось вывести штаммы бактерий, наиболее приспособленных к биосинтезу нефтяных углеводородов. Была установлена оптимальная среда для размножения бактерий, в состав которой, помимо углеводородов нефти, входили азот, фосфор, калий и другие минеральные вещества, микроэлементы. В процессе биосинтеза использовался кислород воздуха.

В результате биосинтеза количество получаемого белка в новом продукте практически равнялось количеству использованных для этого углеводородов, т. е. из одной тонны углеводородов можно было бы получить одну тонну белка.

Что касается качества белка, то он по аминокислотному составу не только не уступал белку зерновых культур, но приближался к многим животным белкам. Ряд таблиц иллюстрирует содержание в продукте белка, в том числе незаменимых аминокислот, и витаминов группы В; при этом почти все данные сопоставляются с составом муки, говядины, коровьего молока, сухих дрожжей. Так, например, приводится следующий общий средний состав сухого продукта: на 100 г его влажность составляет 7,03 г, сухого остатка 92,97 г, азота 6,92 г, белка 43,6, липидов 18,5, углеводов 21,9, золы 4,43, кальция 0,211, фосфора 1,250, калия 0,500, натрия 0,060 г.

Подчеркивается, что новый концентрат по аминокислотному составу белка приближается к животным белкам и лишь незначительно уступает дрожжам. Он богат лизином (1,6%) и треонином (9,10%), но в нем сравнительно немного метионина (1,2%).

Немаловажное значение имеет и содержание водорастворимых витаминов; они содержатся в мг на 1 кг концентрата в следующих количествах: витамин В₁ 3—16 мг (в зависимости от условий сушки);

¹ A. Champagnat, C. Vernet, B. Lainé and Filosa. Biosynthesis of protein-vitamin concentrate from petroleum, «Nature», v. 197, 1963, № 4862, p. 15—16; A. Champagnat and D. Llewellyn. Protein from Petroleum, «New Scientist», 1962, № 145, p. 612—613; A. Champagnat. Biosynthèse de concentrés protéinés-vitamines à partir de pétrole, «Revue de l'Institut français du pétrole», v. XVII, 1962, № 11, p. 1372—1377; «L'industrie de Pétrole», 1963, Février, p. 1.

и йода в некоторые клетки эндокринных желез, метаболизацию и межклеточную циркуляцию этих элементов. Цель исследований — глубже изучить механизм канцерогенеза в эндокринных железах и фармакодинамику ряда новых медикаментов.

«Аджерпрес», 1963, № 3—4 (Румыния)

НЕОДНОРОДНОСТЬ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА МЕТЕОРИТОВ

Три года тому назад американский исследователь Рейнольдс обнаружил аномалии в изотопном составе метеоритов: в некоторых каменных метеоритах оказалось повышенным содержание изотопа ксенон-129. Развивая исследования Рейнольдса, его сотрудник Меррихью установил, что изотопный состав ксенона меняется в различных структурных составляющих одного и того же метеорита. Исследованию подвергались так называемые хондритовые метеориты, состоящие из мелких шариков — хондр, цементированных сплошным материалом. Избыток изотопа ксенон-129 оказался выше в веществе хондр, чем в цементирующем материале. Различие в изотопном составе может служить указанием на ядерные реакции, протекавшие в веществе, из которого возникла солнечная система в процессе ее образования или перед ним.

«Science News Letters», v. 83, 1963, № 4, стр. 52 (США)

В «БЕЗЖИЗНЕННЫХ» ПУЧИНАХ... КИПИТ ЖИЗНЬ

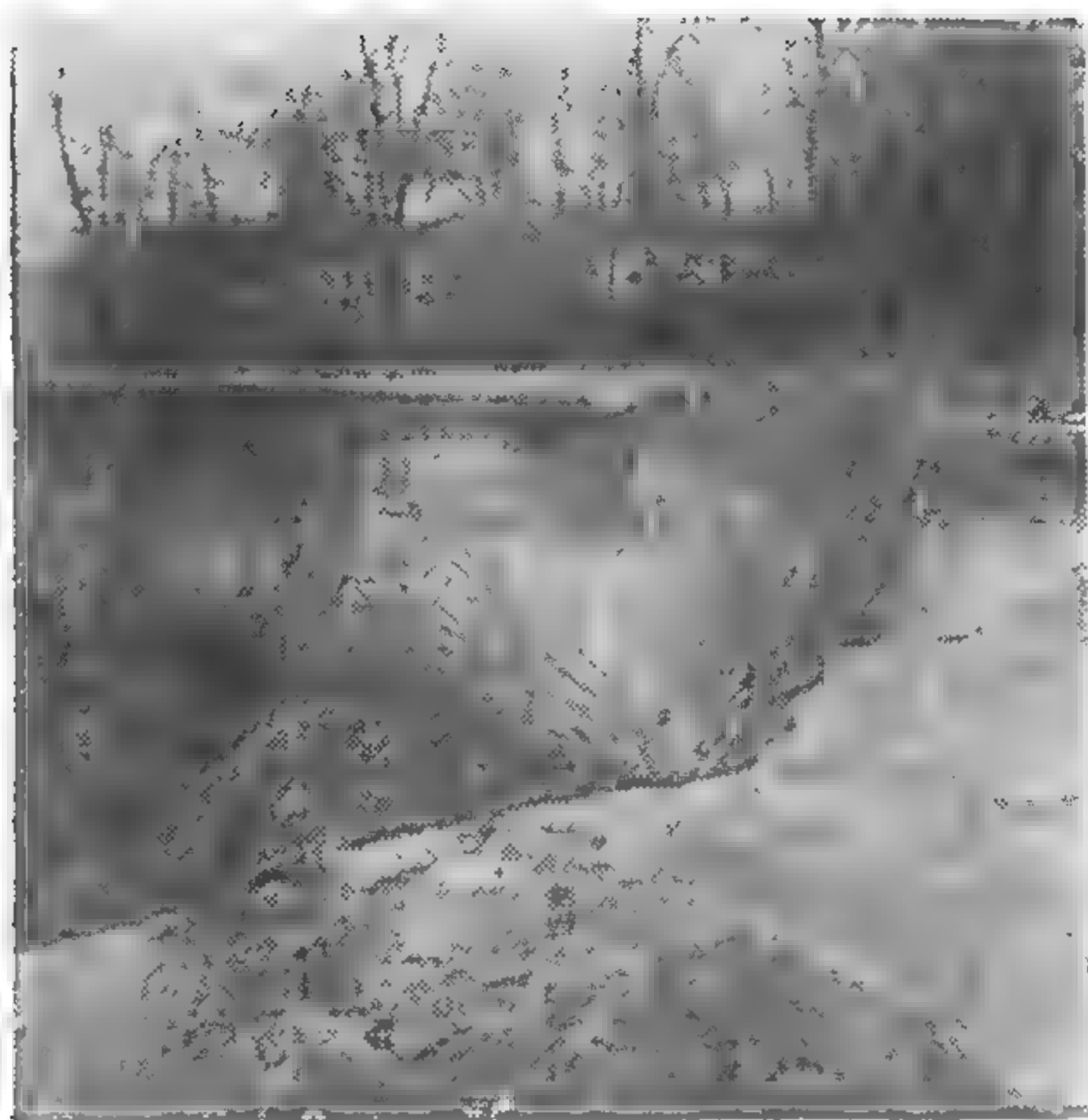
«Здесь полно тины и кругом кипит жизнь», — это сказано не на берегу реки или озера, но на дне... Курило-Камчатской океанической впадины, на глубине 9562 м, где французские исследователи Жорж Ео и инженер Пьер Анри Вильм пробыли три часа на борту батискафа «Архимед». Уже глубоководные исследования с экспедиционных кораблей, а также и первые погружения О. Пикара и других обнаружили жизнь на предельных глубинах, но это были лишь единичные представители глубоководной фауны. Чтобы в глубо-

чайших местах океана жизнь «кипела»¹ — люди наблюдали впервые.

«Science Digest», v. X, 1962, 52/4, p. 63—64 (США)

ОПОЛЗЕНЬ В ОДЕССЕ

20 февраля 1963 г. в 13 час. в Одессе произошел крупнейший за последнее время оползень, который в районе Лермонтовского курорта срезал дорогу к морю (см. рис), уничтожил трубопровод, соединяющий море с грязелечебницей, и нанес другие поврежде-



ния. Длина оползневого участка по фронту 300—350 м. Наиболее активная зона с обвалами достигает 150—200 м. Высота стенки обрыва 7 м (вертикальное смещение пород). Оползневой процесс продолжается, наметились новые крупные трещины, обвалы.

А. В. Додин
Одесса

НАДРЕЗЫ НА КЛУБНЯХ И УРОЖАЙ КАРТОФЕЛЯ

В совхозе «Буденновец» (Московская область) был проведен опыт по проверке эффективности стимулирующего надреза клубней картофеля. Опыты велись на сортах картофеля «Передовик» на площади 0,3 га. Надрезы глу-

¹ Хотя выражение «кипела», может быть, и не вполне применимо в данном случае, так как жизнь на такой глубине сильно разрежена (Прим. ред.).

B_2 — 75 мг, РР — 180—200 мг, пантотеновая кислота — 150—192 мг, B_6 — 23 мг, B_{12} — 0,11 мг. По содержанию этих витаминов концентрат значительно превышает многие пищевые и кормовые продукты.

Новый белково-витаминный концентрат может быть получен либо в виде сухого порошка, либо в виде жидкости (автолизат). Использование его в качестве примеси при опытном кормлении крыс и кур, при полном исключении из кормления всякого белка и витаминов группы В, дало хорошие результаты. Заслуживает внимания и дешевизна его изготовления. Таким образом, был поставлен вопрос о переходе от лабораторных исследований к работам на полупроизводственной установке. Такая установка сооружается в г. Лавера. Она предназначена в первую очередь для выработки большого количества концентрата, в частности, путем применения метода непрерывной культуры микроорганизмов. С получением достаточного количества нового концентрата предусматривается значительное расширение опытов по кормлению животных, изучению всестороннего влияния его состава на потомство животных. В дальнейшем предполагается выяснить возможность непосредственного использования белково-витаминного концентрата в питании людей.

В заключение нужно заметить, что заманчивым вопросом о выгоде и целесообразности использования микроорганизмов для переработки нефтепродуктов в кормовые и пищевые продукты может быть решен по окончании работ на полупроизводственной установке, проведении исчерпывающих испытаний на животных и получении обоснованных экономических расчетов.

РАЗНОВИДНОСТЬ ИНЪЕКЦИОННОГО ЛЬДА

В области многолетнемерзлых пород наиболее крупные скопления подземного льда создают инъекционные льды. Они возникают путем разовых или многократных инъекций (внедрений) водных и плавучих масс по контактам расслаблений в мерзлых и промерзающих горных породах. В рельефе такие льды создают бугры пучения, которые могут достигать 40 м в высоту и 200—300 м в поперечнике.

По характеру условий образования выделяют два типа инъекционных льдов: сезонные и многолетние. Сезонные льды возникают в сезоннопротаивающем слое и полностью вытаивают в течение первого же теплого периода. Многолетние — залегают в толще многолетнемерзлых пород и существуют продолжительное время.

На Чукотском побережье Берингова моря обнаружены инъекционные льды, которые по условиям залегания и времени формирования относятся к типу сезонных, а по времени существования — к многолетним. Линзы льда залегают, как правило, на границе сезонноталого и многолетнемерзлого слоев. Структура льда свидетельствует о формировании всей линзы в течение одного холодного сезона. Однако существуют они 5—6 лет. Затем бугор пучения начинает постепенно разрушаться и в последующие 3—4 теплых сезона происходит полное вытаивание периферических частей линзы. Возникают они в настоящее время в условиях сурового арктического и субарктического климата, где слой сезонного протаивания имеет небольшую мощность.

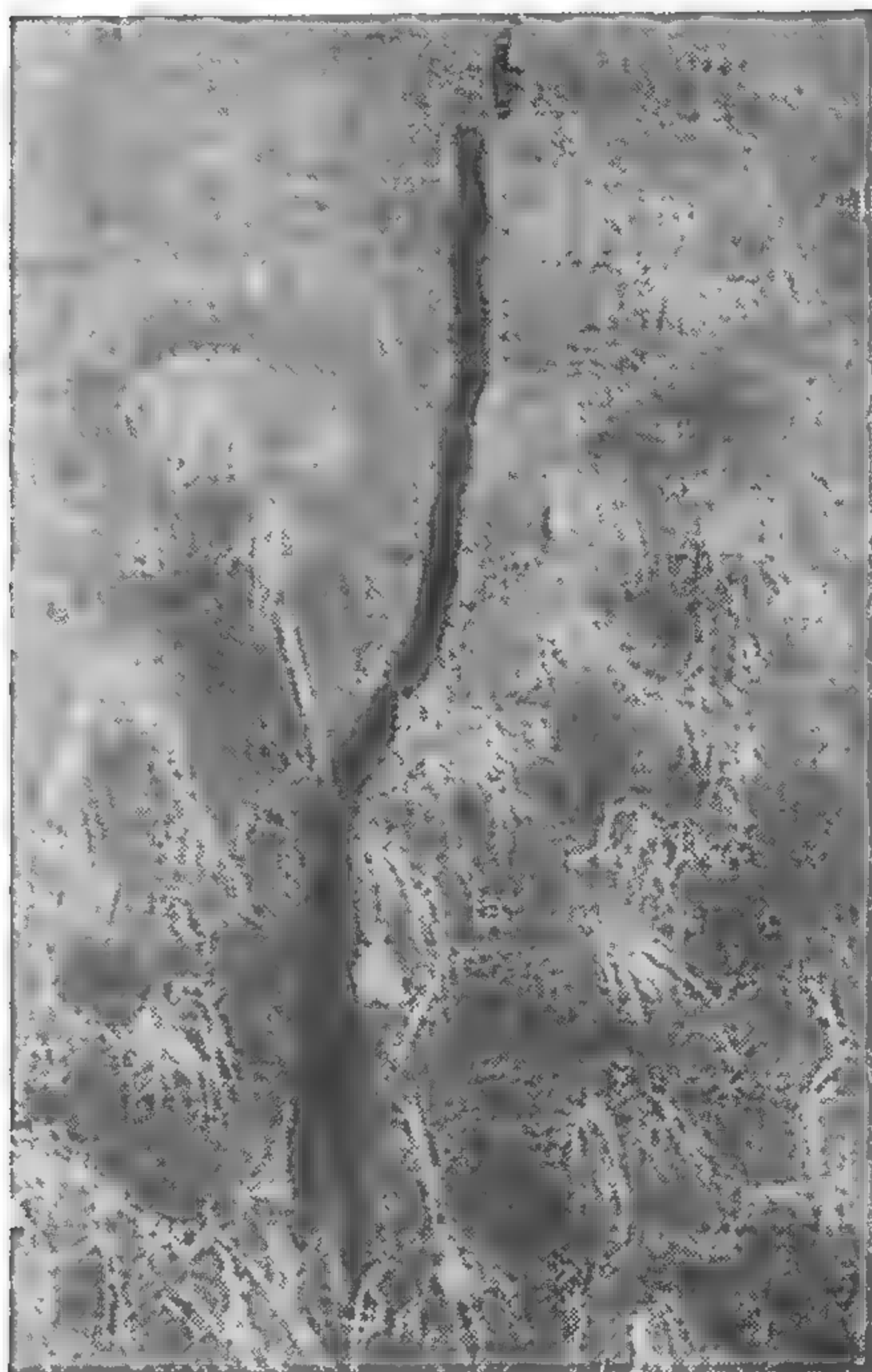


Рис. 1. Эндогенная трещина, пересекающая бугор пучения

кие ускорения кристаллизации (рис. 2). Вертикальные цилиндрические и нитевидные пузырьки, которые располагаются пучками внутри прослоев льда, придают ему вертикальную полосчатость. Структура льда призматически-зернистая. Порода состоит из кристаллов, пронизывающих линзу сверху донизу. Поперечник их в верхней части линзы равен 2—3 см, в средней части линзы он увеличивается до 7—11 см.

В свете приведенных материалов очевидна ошибочность утверждения проф. Б. А. Тихомирова и Е. В. Дорогостайской, что «в самых северных подзонах тундры, где талый слой незначителен, бугров пучения не наблюдается»¹.

Ш. Ш. Г а с а н о в

Анадырская научно-исследовательская мерзлотная станция

¹ См. «Природа», 1961, № 1, стр. 102—103.

Инъекционные льды этого вида широко встречаются на побережье залива Креста, где приурочены к современным поймам рек. Среди однообразной осоковой растительности, окружающей поймы, резко выделяется более обильная и разнообразная растительность поверхностей бугров пучения — здесь и злаки, и кустарнички багульника, и карликовой березки и т. д. Возраст кустарничков 2—4 года.

Обилие и разнообразие растительности бугров пучения — следствие улучшения условий дренажа. Часто поперек бугров и по подошве крутых склонов проходят эндогенные трещины (рис. 1).

Лед имеет горизонтально-слоистую текстуру, что указывает на периодичес-



Рис. 2. Текстура инъекционного льда

биной 1—2 см (они как бы делят клубни на 4 части) были сделаны за 45 дней до посадки; было взято по 100 клубней и проведен учет количества глазков, в том числе проросших. На опытных клубнях проросло 92% глазков, на контрольных — только 50%. В варианте с надрезами всходы появились на три дня раньше и энергия прорастания оказалась выше, чем в контроле. По высоте и числу стеблей в кусте опытные растения имели также значительные преимущества. Осенью, перед уборкой, был проведен учет урожая по пробам, взятым со 100 кустов в пяти местах. Оказалось, что опытные посадочные клубни дали урожай в 258 ц/га, контрольные — 203 ц/га, т. е. урожай при надresaх повысился на 55 ц/га.

Таким образом, надрезы повышают продуктивность семенного материала, способствуют почти полному прорастанию глазков, а также ускоряют появление всходов; надрезанные клубни дают большее число стеблей, а следовательно, и более мощную листовую поверхность на единицу площади. Это обеспечивает большее накопление урожая клубней. В связи с тем, что надрезы способствуют ускорению развития растений, этот прием особенно эффективен для выращивания раннего картофеля.

Н. А. Г р о ш е в
Кандидат сельскохозяйственных наук
Москва

АККЛИМАТИЗАЦИЯ ПЕЛЯДИ В ГОРЬКОВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Весною 1961 г. Центральной акклиматизационной станцией совместно с Горьковским совнархозом были проведены работы по акклиматизации пеляди (*Coregonus peled* Gmelin) в Горьковском водохранилище. В его нижней части, в районе Чкаловска, было выпущено 800 тыс. личинок. Доставлены они были в плохом состоянии и рассчитывать на успех было трудно, тем не менее пелядь прижилась.

Летом 1962 г. в 10 км от места выпуска сетью с ячей 30 мм выловили три экземпляра. Пелядь имела хорошую упитанность (195 г) и хороший рост (21,5 см), что говорит о благоприятных для

нее условиях в водохранилище. В 1962 г. в Горьковское водохранилище посажено еще 2 млн. личинок этой ценной промысловой рыбы.

И. Е. Постнов
Горьковский государственный университет

ПЧЕЛОВОДСТВО И ИНСЕКТИЦИДЫ

Человечество, по мнению ученых, собирает лишь ту часть урожая, которую ему оставляют насекомые. Исключительно большой эффект в борьбе с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных культур дает использование ядовитых веществ — инсектицидов.

Исследования показали, однако, что широкое применение этих ядов, помимо целого ряда других отрицательных последствий, причиняет серьезный ущерб пчеловодству, отравляя, наряду с вредными насекомыми, и полезных медоносных пчел. Поэтому многочисленные исследователи работают сейчас над проблемой предохранения пчел от отравлений инсектицидами или замены инсектицидов малоядовитыми и неядовитыми веществами.

Доктор Карл Иогансен сообщил о репелленте Р-874, который будучи добавлен в крайне токсичные для пчел инсектициды диэдрин и севин удерживал пчел от посещения цветков опрыснутой ими люцерны в течение 6—8 дней.

Самки непарного шелкопряда вырабатывают пахучее вещество, издали приманивающее самцов. В настоящее время химический состав этого вещества расшифрован и большое количество его приготовлено искусственным путем. Намечается опрыскивание этим веществом с самолета пространства, пораженного шелкопрядом, с тем, чтобы дезориентированные самцы не могли отыскать по запаху самок и оставить потомство.

Широко испытываются вещества, которые способствуют стерилизации вредных насекомых. Другая группа неядовитых веществ, применяемых для уничтожения вредителей сельскохозяйственных культур, отрицательно влияет на их обмен веществ. Ослабленные таким образом насекомые становятся жертвой многочисленных врагов, в том числе бактерий и вирусов.

П. П. Копаневич
Московская ветеринарная академия

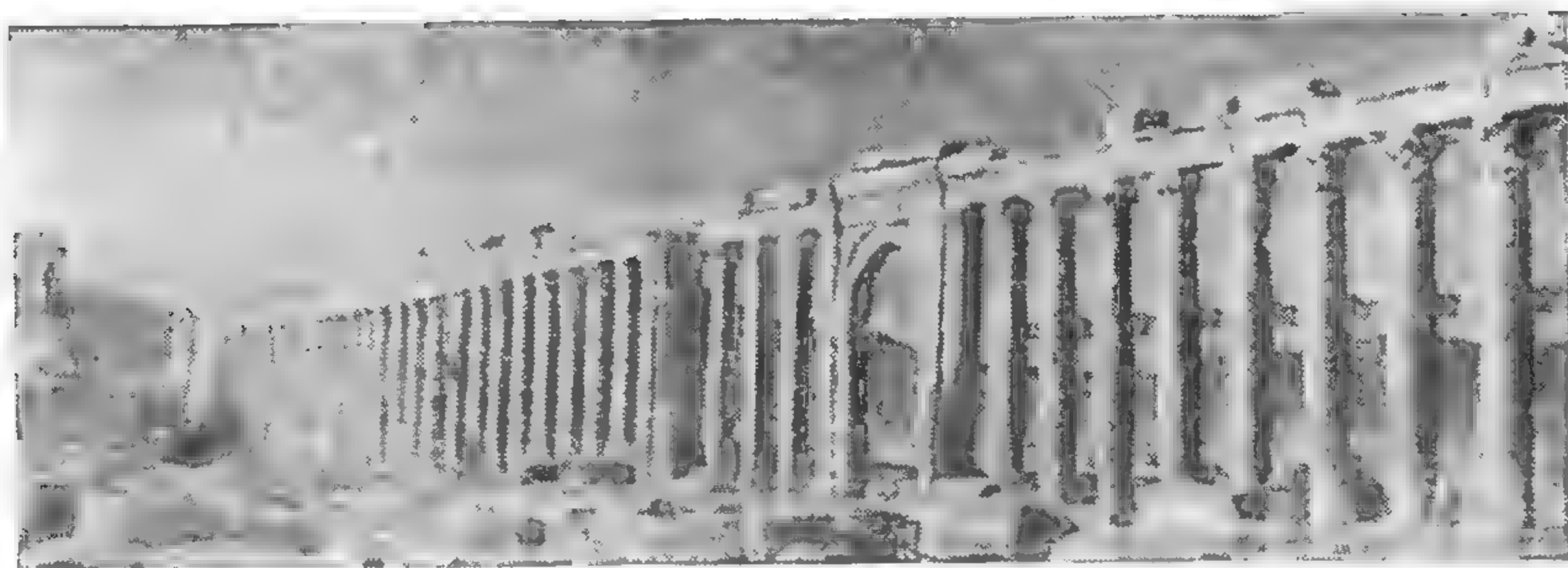


Рис. 1. Колонны вдоль главной улицы города Пальмиры

СКОРОСТЬ ВЫВЕТРИВАНИЯ В СИРИЙСКОЙ ПУСТЫНЕ

У подножья невысоких скалистых гор на окраине Сирийской пустыни сохранились руины античного города Пальмиры. Особенно яркое впечатление оставляет главная улица города, украшенная рядами колонн (рис. 1), вытесанных из массивных глыб известняков эоценового возраста. Рассматривая древние сооружения, можно заметить, что основания колонн кубической формы сильно пострадали от времени. С западной стороны их поверхность покрылась причудливыми ячеями глубиной до 5 см (рис. 2).

Такое выветривание — результат дефляционных процессов, при которых поверхность камня обрабатывается песчинками, приносимыми ветром.

История Пальмиры богата событиями. Она была столицей обширного государства, в состав которого входила большая часть Ближнего Востока. После захвата войсками римского императора Аврелиана в 272 г. Пальмира была разрушена. Позднее город пострадал от землетрясений. Руины Пальмиры подвергаются выдуванию пустынными ветрами вот уже более полутора тысяч лет. Дефляционные процессы разрушали в среднем всего лишь 0,03 мм известняка в год. Более крупные ячеи выветривания встречаются близ Пальмиры в обрыве, сложенном озерными плиоценовыми известняками, крепость которых не уступает известнякам Пальмирских колонн. Глубина отдельных ячей достигает здесь 10—15 см. Время образования этого уступа, судя по скорости дефляции в Сирийской пустыне, приближается к 5000 лет.

Изучение процессов выветривания подтверждает наблюдения о древности форм рельефа Сирийской пустыни. В частности, сухая долина, вдоль борта которой протянулся уступ известняков с крупными ячеями выветривания, была полностью сформирована в плейстоценовое время.

В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-Кондратьев
Москва

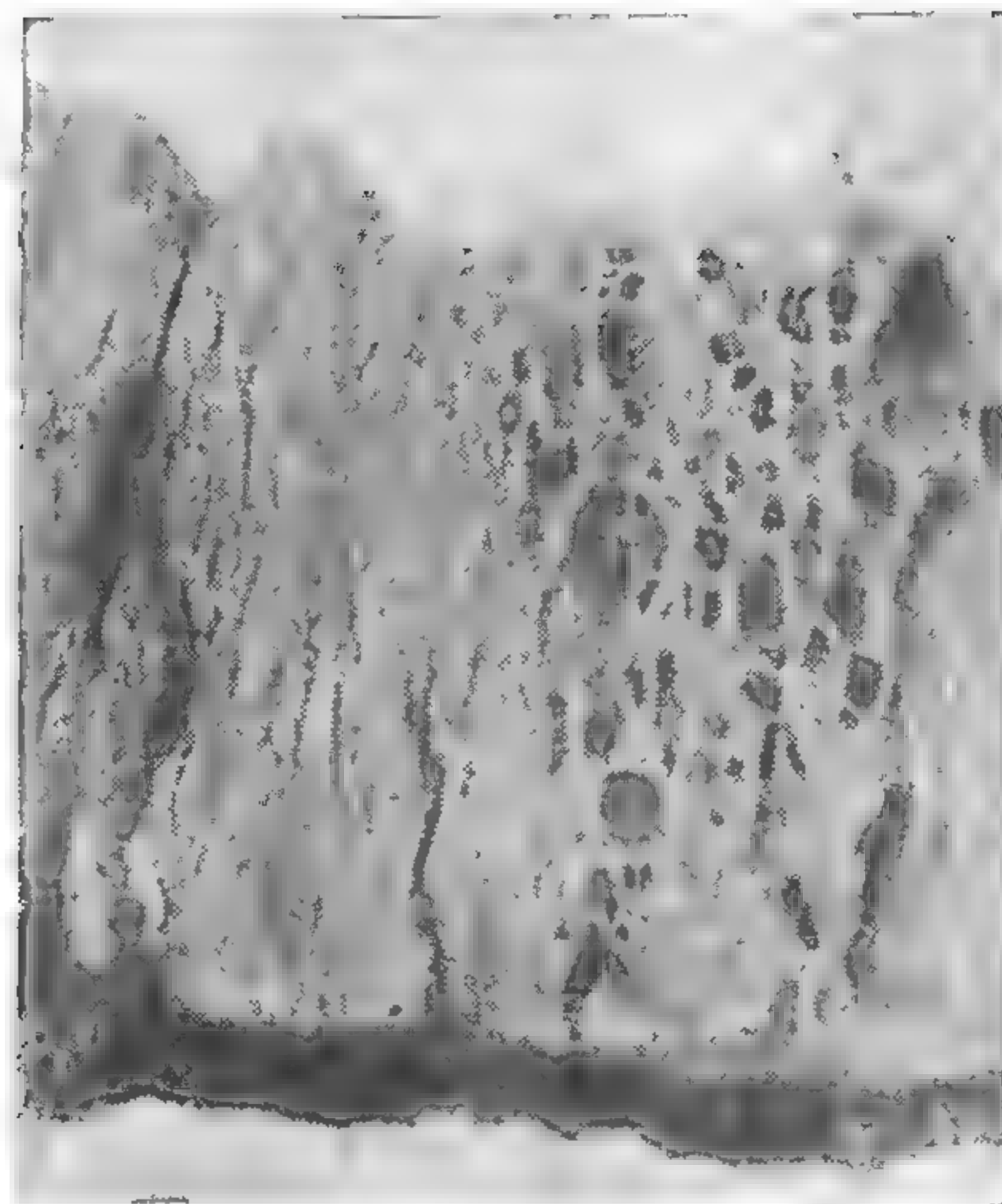


Рис. 2. Ячеи выветривания в постаменте одной из колонн Пальмиры

ЗЕМЛЯНЫЕ ПИРАМИДЫ В КРЫМУ

В балке Беюк-дара, пересекающей на 18-м км шоссе, идущее вдоль берега моря от Алушты к Судак-ку, можно наблюдать замечательные формы земляных пирамид. На снимках приведено несколько таких образований в виде земляных грибов, шляпки которых состоят из крупных обломков плитчатого конгломерата лузитанского возраста, а ножки сложены из землистых масс с каменистыми включениями, характерными для отложений таврической формации. Землистые массы достаточно прочно сцементированы известковым туфом, что позволяет такому грибу с тяжелой каменной шляпкой довольно устойчиво держаться на своей глиняной ножке, порой довольно длинной и тонкой.

Земляные грибы развиваются подобно ледниковым столам в тех местах, где на поверхности оказался достаточно большой обломок плитчатого конгломерата, защищавший прикрываемую часть слоя от атмосферных осадков. Вокруг плиты конгломе-

рата толщина слоя все время уменьшалась, а под плитой — сохранялась, в результате чего и образовались столь любопытные формы.

Профессор С. А. Ковалевский
Симферополь

КОБРА В ЗАПАДНОЙ ТУРКМЕНИИ

Тщательно обследовав в Западной Туркмении район от хребта Малый Балхан на юге до южных чинков Устюрта на севере, я убедился в том, что среднеазиатская кобра *Naja naja oxiana* Eichwald заходит на север Туркмении значительно дальше, чем считалось до сих пор. Мы обнаружили эту змею в окрестностях аула Еды-Суйри (северо-восточная окраина песчаного массива Чильмамедкум), где добыли самку длиной 1,65 м, а в районе колодца Хангельды-Аджи (северная кромка песков Чильмамедкум к северо-востоку от аула Кемаль-Ата) самца длиной 1,45 м; в русле Западного Узоя,





Кобра в позе угрозы

Фото О. Богданова

на солончаке в 40 км к северо-востоку от пос. Ясха, мы поймали еще одну самку меньшей длины — 1,20 м. При приближении человека кобры принимали характерную для них угрожающую позу: высоко поднимали от земли переднюю часть туловища и сильно расширяли шею (см. рис.).

Новые находки позволяют считать, что весь массив Чильмамедкум, вплоть до его северных окраин входит в ареал среднеазиатской кобры, хотя численность ее здесь очень невелика.

Е. М. Черникин

Северо-Кавказское отделение научно-исследовательского института животного сырья и пушнины (Краснодар)

От редакции. Случай проникания кобры так далеко на север Западной Туркмении представляет существенный интерес для зоогеографии. Такое сообщение тем более заслуживает внимания, потому что за последние годы в этом районе найдено уже несколько южноазиатских видов животных, например медоед, гепард и др.

ЛЯГУШКА-ХИЩНИК

Летом 1961 г. я ловил рыбу в небольшой речке с. Кодня, Житомирской области. Внезапно я заметил, что из воробьиного гнезда, спрятанного под мостом, вывалился птенчик. Он уже оперился, но еще не умел летать. Стараясь перелететь через реку, он упал в воду и некоторое время барахтался в ней.

Я поспешил к нему на помощь. Пока я добирался к нему, мое внимание привлек всплеск воды и я увидел, как большая зеленая лягушка прыгнула в воду и быстро поплыла к птенцу. Достигнув воробышка, она схватила его и потащила вниз. Птенцу удалось вырваться. Он пролетел полметра и снова упал в воду. Лягушка мгновенно настигла его вновь и, схватив своей пастью, утащила в воду. В этом месте было неглубоко, и я попытался найти странного разбойника и его жертву. Однако это мне не удалось. На поверхности больше не показались ни лягушка, ни воробей. Было совершенно ясно, что лягушка съела воробья.

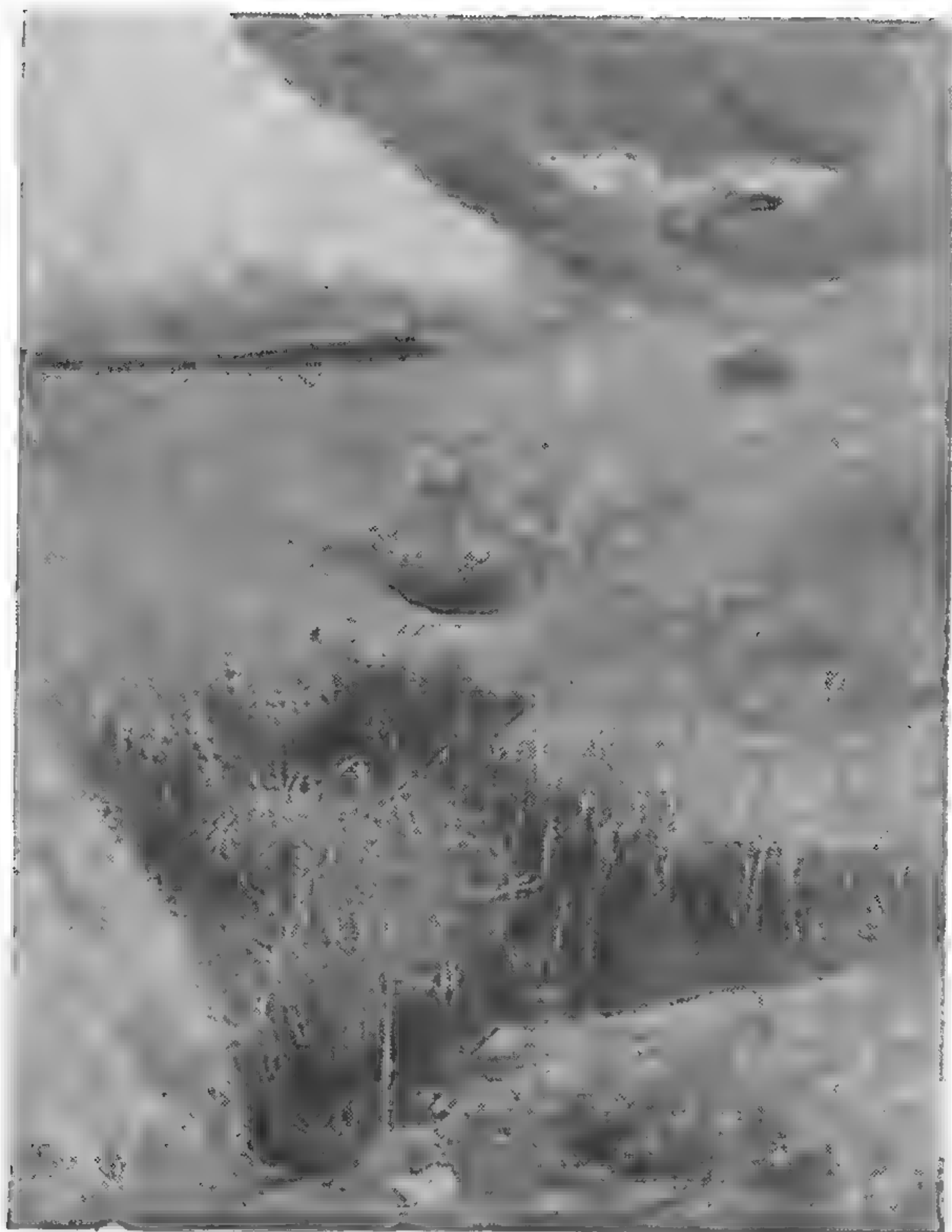
В. И. Безверхий

Медицинский институт (Винница)

КАРСТОВЫЕ ВОРОНКИ

Весной в небольшом овраге в окрестностях Загорска почти на глазах образовались карстовые воронки, глубиной больше 1 м, и подземные ходы

Фото Ю. Кумачева



ПАПОРОТНИК В КОМНАТЕ

Если вам хочется иметь на подоконнике зеленых друзей — комнатные цветы, а окно, к сожалению, выходит на северную сторону, или украсить, например, письменный стол, то для этой цели весьма подойдут папоротники. В природных условиях это обитатели тенистых мест, поэтому и в комнатах нужно их защищать от прямых солнечных лучей.

Комнатные папоротники имеют очень изящные, красивые вай (так у папоротников называют листья). Культура этих растений несложна. Основное в уходе за ними — поддерживать постоянную влажность земляного кома. Однако это не значит, что в горшке все время должна быть чрезмерная влажность. Поливку уменьшают зимой и усиливают к лету. Вай очень полезно опрыскивать водой или протирать влажной ватой. Поддержание постоянной влажности земляного кома и регулярное опрыскивание

растений повышает влажность воздуха, что весьма полезно для комнат, имеющих центральное отопление.

Весной комнатные папоротники рекомендуется хорошенько промыть. Для этого лучше всего горшок держать в руке, а кустики целиком погрузить в таз с водой или в бадью.

Для выращивания папоротников обычно используется смесь из листовой и торфяной земли с примесью песка; хорошо добавить немного толченого древесного угля. Из удобрений лучше всего применять в небольшом количестве костяную муку или роговые опилки. Удобрительные подкормки дают слабой концентрации в виде смеси органических и минеральных удобрений.

Среди папоротников, разводимых в комнатах, особенной популярностью пользуется адиантум, серьезный конкурент многих комнатных растений. Трудно найти более изящные вай, чем у него: мелко-рассеченные, изумрудного цвета, на черном, словно лакированном, черешке. Богатая зелень адиантума очень нарядна. Недаром его вай применяют для оформления художественных букетов.

Адиантум неприхотлив и легко культивируется в комнате. Однако иногда встречаются растения, имеющие угнетенный вид. В этом случае нужно осторожно счистить верхний слой почвы в горшке толщиной в 1—2 см и заменить его новым. При этом полезно вырезать ножницами окончившие рост вай. Это будет способствовать быстрому росту папоротника, и он снова превратится в красивый густой кустики.

Размножают адиантум чаще всего делением кустика, но можно выращивать его и из спор. Любители, освоившие этот способ размножения, получают возможность легко пополнить свою коллекцию. Скопление спор с нижней стороны вай собирают и сеют в мелкие плошки. Споры при этом землей не засыпают. Для посева обычно берут торфяную землю, прогретую для стерилизации до 100°. В плошках должен быть хороший дренаж из мелких черепков, на который кладут песок и затем торфяную землю. Посевы не поливают, а увлажняют землю снизу. Сверху плошки прикрывают стеклом и ставят в теплое тенистое место для проращивания.



Адиантум

Весьма распространен в комнатах и такой папоротник, как нефролепис. У этого быстрорастущего папоротника тоже очень живописные перистые листья. Интересен папоротник асплениум живородящий и асплениум бульбоносный. На их ваях образуются прорастающие почки, которые разрастаются в молодые растеньица. Будучи отделено от вай и посажено в землю, растеньице с миниатюрными ваями и зачатками корешков легко укореняется и хорошо растет.

Б. А. Б ы к о в
Москва

ФАТСИЯ

Род вечнозеленых растений из семейства аралиевых — фатсия (*Fatsia*) — теневыносливая, неприхотливая и очень декоративная комнатная культура. В природе — это кустарники или небольшие деревья с крупными, пальчато-рассеченными листьями. Мелкие цветки их собраны в небольшие шаровидные или зонтиковидные соцветия. Плод — черная ягода. Известны два вида фатсии, происходящих из Азии. В Советском Союзе культивируются оба вида (часто их неправильно называют аралиями) в качестве комнатных и оранжерейных растений. Фатсия бумажная (*F. papirifera*) имеет крупные, снизу серебристые листья, достигающие в диаметре 70 см; из сердцевины этого вида фатсии в Китае изготавливают высший сорт так называемой рисовой бумаги. У фатсии японской (*F. japonica*) блестящие светло-зеленые листья меньшей величины. Известно много пестролистных садовых форм фатсии.

В комнатной культуре ее размножают семенами и черенками. Посев семян производят в конце февраля—начале марта в землю следующего состава: 1 часть дерновой земли, 1 часть листовой земли,

1 часть перегной и 0,5 части речного песка. Семена высевают на глубину 0,5—1 см в плошки или небольшие горшочки и поливают водой комнатной температуры. Когда у сеянцев образуются два—три молодых листочка, их высаживают в 5—7-сантиметровые горшочки в землю такого же состава. По мере роста сеянцев, в течение лета их два—три раза переваливают, не разрушая земляного кома, в большие по размеру горшки. При посадке сеянцев и перевалках на дно горшков кладут дренаж из мелко битых черепков и слой речного песка.

Черенкование фатсии производят в марте—апреле. На черенки берут молодую прикорневую поросль или стеблевые побеги 10—15 см длины, старые крупные побеги укореняются хуже. Под нижним листом острым ножом делается срез под углом в 45°. Для укоренения черенков берут небольшие ящики, в днище которых пробуравливают отверстия для стока воды. На дно ящика кладут дренаж из битых черепков, затем наполняют на 6—8 см питательной земляной смесью, а поверх земли насыпают слой промытого речного песка толщиной в 4—5 см, в который на глубину 2—3 см в наклонном положении высаживают подготовленные черенки. Песок опрыскивают водой комнатной температуры, и ящик покрывают стеклом. В дальнейшем уход за черенками заключается в ежедневном регулярном одно-двукратном опрыскивании и проветривании, для чего стекло ежедневно снимают на 20—30 мин. Черенки фатсии укореняются в течение 15—20 дней при температуре в 18—20°. Затем их высаживают в 9-сантиметровые горшки с землей следующего состава: 2 части дерновой земли, 1 часть перегнойной, 0,5 части торфа и 0,5 части речного песка, тщательно поливают и на несколько дней ставят в затененное место. В течение лета производят одну—две перевалки в большие горшки, не разрушая земляного кома. Перевалка способствует более быстрому росту и развитию растений. Фатсию, выращиваемую в горшках, пересаживают ежегодно, а крупные растения, выращиваемые в кадках и ящиках, пересаживают, когда тара придет в негодность.

Для лучшего роста и развития фатсии ее с мая по август раз в 10 дней подкармливают минеральными и органическими удобрениями, причем эти подкормки чередуются. Подкормка настоящим коровяком производится из расчета 1 часть коровяка на 10 частей воды. В качестве минеральных удобрений используют калийную и аммиачную селитру и суперфосфат, из расчета 1—1,5 г на 1 л воды. Перед подкормкой растение следует хорошо полить водой.

Б. Ю. М у р и н с о н

Главный Ботанический сад АН СССР (Москва)



Фатсия в комнатной культуре



МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ

ЖИВАЯ КЛЕТКА

Под редакцией и с предисловием чл.-корр. АН СССР Г. М. Франка. Изд-во Иностранной литературы, 1962, 223 стр., ц. 85 коп.

Редакция научно-популярного журнала «Scientific American» (США) поставила перед собой сложную, но несомненно увлекательную задачу в популярной форме изложить современное состояние различных областей цитологии. Статьи были опубликованы в сентябрьском номере журнала «Scientific American» за 1961 г. (vol. 205, № 3). По инициативе Издательства Иностранной литературы они были переведены и вышли в свет в форме сборника под названием «Живая клетка».

Книга содержит новейшие научные данные о процессах, происходящих в живой клетке. Однако особый интерес заключается в оригинальном подходе к освещению темы: процессы описываются не сами по себе, а в их системном выражении, т. е. с проекцией на клетку в целом. Авторам удалось убедительно показать совершенство тонких механизмов, управляющих жизнью клетки.

В первой статье «Живая клетка» Ж. Браше дает общую картину современных знаний о клетке. Автор подчеркивает роль электронного микроскопа, оказавшегося мощным оружием в ру-



ках исследователей. Аналогичную роль сыграла сложнейшая аппаратура, которой была оснащена биохимия (например, центрифуга со все возрастающими скоростями вращения).

При помощи электронного микроскопа удалось установить наличие сложной структуры у клеточной мембраны, что вполне согласуется с данными, которые получены наукой о ее функциональных свойствах. Удалось расшифровать тонкую структуру органелл, находящихся в цитоплазме (в обычном микроскопе они имеют вид зернышек). Полностью подтвердилось предположение цитологов о существовании так называемого цитоскелета — невидимой структуры цитоплазмы. Установ-

лено также, что загадочный аппарат, впервые обнаруженный итальянским гистологом К. Гольджи в конце прошлого века и названный его именем, представляет собой гладкую мембранную систему, которая нередко служит продолжением эндоплазматической сети. Биохимики раскрыли химическую природу гранул, покрывающих «внутреннюю» поверхность мембраны. Эти гранулы чрезвычайно богаты РНК, чем объясняется их высокая активность в отношении синтеза белка. Именно поэтому они и получили название **рибосом**.

Электронноскопические исследования, проведенные с одновременным использованием цитологических и биохимических методов, наглядно показали, что клетку следует рассматривать не только как морфологическую, но и как физиологическую единицу. Так, электронная микроскопия положила начало молекулярно-синтетическому исследованию клеточных процессов.

Две последующие статьи, «Превращение энергии в клетке» А. Ленингера и «Как клетки создают молекулы» В. Олфри и А. Мирского, посвящены достижениям современной биохимии. Авторы раскрывают существо химических процессов, ведущих к накоплению и освобождению энергии, причем эти процессы неизменно связаны с определенными

ми структурными механизмами клетки. Как оказалось, энергетика живой клетки связана с широким использованием аденозинтрифосфата (АТФ) для обеспечения энергией многочисленных функций клетки и поддержания отдельных непрерывно обновляющихся структур живой клетки.

Для характеристики тончайших клеточных «силовых установок» А. Ленингер приводит следующую аналогию: «Современные сведения относительно силовых установок клетки показывают, что она оставляет далеко позади не только классическую энергетiku, но и новейшие, гораздо более блистательные достижения техники.

Электроника достигла поразительных успехов в компоновке и уменьшении размеров составных элементов счетно-решающих устройств. Однако все эти успехи не идут ни в какое сравнение с совершенно невероятной миниатюрностью сложнейших механизмов превращения энергии, выработанных в процессе органической эволюции и имеющих в каждой живой клетке» (стр. 50).

В остальных статьях описаны процессы, объясняющие другие стороны жизнедеятельности клетки: «Как клетки делятся» (Д. Мэзия), «Как клетки специализируются» (М. Фишберг и А. Блэклер), «Как клетки объединяются друг с другом» (А. Москона), «Каким образом различные вещества попадают в клетку» (Г. Холтер), «Как клетки движутся» (Т. Хайаши), «Как клетки общаются друг с другом» (Б. Катц), «Как клетки воспринимают раздражение» (У. Миллер, Ф. Ратклифф и Х. Хартлайн). Статьи сборника дают возможность по-новому оценить не только сложность и высокое совершенство тончайших молекулярных механизмов, но также

их связь со структурными элементами живой клетки.

В целом сборник, содержащий обильный фактический материал, широко раскрывает нам новые горизонты науки о клетке и наглядно показывает, какое место биология занимает теперь в ряду таких точных наук, как физика и химия, определяющих лицо современного естествознания.

О стремительном прогрессе в этой области науки свидетельствует тот весьма поучительный факт, с которым столкнулось издательство, готовя книгу к выпуску в свет. Уже после опубликования статей, вошедших в настоящий сборник, были сделаны открытия большого принципиального значения, а именно, удалось обнаружить взаимосвязь между нуклеиновыми кислотами (ДНК и РНК) и синтезом определенных, специфических для каждой клетки белков. Объединенными усилиями ученых Нью-Йоркского университета, Национального института здоровья США и отдела молекулярной биологии Кембриджского университета раскрыт код, согласно которому в структуре РНК зашифрован порядок чередования аминокислот при синтезе белка. Таким образом были найдены новые пути исследования и дан ответ на кардинальный вопрос жизнедеятельности клетки, о котором писал Ж. Браше как о ближайшей, еще нерешенной задаче естествознания. Абстрактный код оказался химической реальностью!

Так как публикации на эту тему появились после сдачи сборника в печать (январь 1962 г.), то Издательство иностранной литературы дало в виде приложения статью Ф. Крика под названием «К расшифровке генетического кода» и справку «Код, которым в молекуле РНК зашифрованы 20 аминокислот, участвую-

щих в построении белка». В статье дается структура белков, нуклеиновых кислот, освещается проблема кодирования и излагаются также данные генетических экспериментов, проведенных в Кембридже Л. Барнет, С. Бреннером, Р. Уоттс-Тобином и автором (основной операцией в экспериментах было генетическое «скрещивание»).

Проблема генетической информации затрагивает самую сущность жизни. Возможно, что расшифровка генетического кода поможет разобраться в труднейшей проблеме происхождения жизни, которая до настоящего времени решалась умозрительно, — синтезировать гены из органических соединений и, что более вероятно, «изменять гены в желаемом направлении и в желаемой степени, превращая нефункционирующие гены в функционирующие».

Расшифровка тончайшего механизма, действующего в хромосоме, важна не только для раскрытия загадки жизни, но и для ряда проблем в области технических наук, в частности, для конструирования новых электронных машин.

Несколько замечаний об оформлении этой актуальной книги. Сборник отлично иллюстрирован, прекрасные микрофотографии и наглядные схемы органически связаны с текстом, что значительно облегчает восприятие материала.

Глубокий по содержанию научно-популярный сборник «Живая клетка» будет с интересом встречен в широких кругах научных работников, аспирантов и студентов различных специальностей — биологов, медиков, химиков, физиков, математиков. Читатели будут, несомненно, благодарны Издательству иностранной литературы за удачный выбор книги для перевода и не менее удачное ее издание.

Я. М. Гиневский
Москва

ТАЙНЫ ДРЕВНЕГО ОЗЕРА

Борис Зюков

ПОД ВОЛНАМИ ИССЫК-КУЛЯ

Географгиз, 1962, 102 стр.,
ц. 18 коп.

На наших глазах развивается новая отрасль археологических раскопок—подводные изыскания. Она родилась около сорока лет тому назад в связи с появлением технических средств, позволяющих человеку находиться длительное время под водой. За последнее десятилетие изыскания на дне рек, озер, морей получили широкое распространение. Они уже обогатили науку ценными находками. У турецких берегов, например, с 30-метровой глубины поднят корабль, затонувший за сто лет до Троянской войны. Это древнейшее из известных человеку судов. Большой научный интерес представляет поселение древних балтов, открытое польскими археологами на дне оз. Пулак. Подводная экспедиция Института археологии АН СССР в 1957 г. впервые установила точные границы и обнаружила под волнами Черного моря стены древнего города Фанагории. В 1961 г. советские археологи сняли план частично затопленного Черным морем городища Оливии.

Внимание советских ученых

давно привлекало оз. Иссык-Куль. Дело в том, что в старинных восточных летописях о Тимуре (Тамерлане) встречается упоминание о дворце жестокого завоевателя, построенном на одном из островов Иссык-Куля. Никаких следов этого сооружения не осталось. Было известно лишь, что во второй половине прошлого века русские путешественники заметили сквозь толщу воды Иссык-Куля какие-то развалины.

Книга Б. Зюкова посвящена подводным исследованиям, начатым на Иссык-Куле в 1958 г. Непосредственный участник экспедиции, автор подробно рассказывает о поисках на дне этого глубокого (до 702 м) и древнего (более ста тысяч лет) озера. Исследователи заставили Иссык-Куль открыть тайны, которые он хранил многие века. На дне экспедиция обнаружила участки проезжей дороги, мощеной камнем, фундаменты древних зданий, стены домов и целые строения из кирпича. Подводные поиски комбинировались с земными раскопками. В районе селения Торуайгыр участники экспедиции под поверхностным слоем грунта нашли... целый кирпичный завод с хорошо сохранившейся печью и камерой для обжига кирпича и керамических подводных труб. Находка свиде-

тельствует о высокой культуре оседлых племен, населявших иссыккульскую котловину в XIV—XV вв.

Пример иссыккульской экспедиции убеждает в том, что подводная археология способна многое дать науке, так как консервирующие свойства воды позволяют рекам, озерам, морям сохранять остатки человеческой жизни и деятельности значительно лучше, чем земные толщи. Пытаясь объяснить, как же древние поселения, расположенные на берегах Иссык-Куля, оказались под водой, Б. Зюков обращается к гидрологическим процессам и землетрясениям, происходившим в этой зоне в прошлом.

Книга Б. Зюкова не сухой отчет, а живое, местами увлекательное повествование. Читатель не только узнает об особенностях подводных исследований, но и видит своеобразие иссыккульского пейзажа, знакомится с отдельными участниками экспедиции, ощущает обстановку, в которой действуют пытливые подводники.

«Под волнами Иссык-Куля» — полезная книга, проникнутая романтикой поисков, жаждой научных открытий.

М. З. Ц у н ц
Москва

ЦЕННЫЙ ТРУД ПО ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

За последние годы советскими учеными выпущено немало статей, брошюр и книг по истории науки. Однако до сих пор не было работ, в которых бы давалась единая, цельная картина развития науки в нашей стране. «История естествознания в Рос-

сии»¹ — первый коллективный обобщающий труд на эту тему. Три тома этого фундаментального издания посвящены развитию

¹ Тома I (в двух книгах), II и III вышли в свет в 1957—1962 гг. Подготовлены Институтом истории естествознания и техники АН СССР, Изд-во АН СССР.

важнейших отраслей естествознания — математики, механики, астрономии, физики, химии, геологии, географии и биологии — в их взаимной связи.

В первом томе рассматривается история естествознания в России с древнейших времен

до шестидесятых годов XIX в. При подготовке первого тома авторский коллектив встретился с большими трудностями. Так, например, слабо изученной была история естествознания в России до XVIII в. Авторам удалось воссоздать подлинную картину развития науки в этот период.

Принципиальное значение имеет то, что развитие науки в России освещается в тесной связи с прогрессом научной мысли народов других стран. В частности подчеркивается, что на первоначальный период большое влияние оказала античная натурфилософия.

Первый том рецензируемого труда дает богатый материал, свидетельствующий о том, что история естественнонаучных знаний уходит своими корнями в культуру Древней Руси. В этот период были созданы предпосылки для возникновения нового, по преимуществу атомистического направления научной мысли и нового, экспериментального направления в естествознании, наиболее крупным представителем которого был Ломоносов.

Второй том (физико-математические и химические науки) и третий том (геолого-географические и биологические науки) охватывают период с 60-х годов XIX в. до Великой Октябрьской социалистической революции. Читатель найдет здесь разносторонний и интересный мате-

риал, убедительно показывающий, что русским ученым принадлежит ценнейший вклад в развитие самых различных отраслей естествознания. Назовем наиболее известные и наиболее яркие примеры: теория химического строения А. М. Бутлерова и периодическая система Д. И. Менделеева, открытие светового давления П. Н. Лебедевым, эмбриологические труды А. О. Ковалевского и И. И. Мечникова, палеонтологические исследования В. О. Ковалевского, всесторонняя научная деятельность К. А. Тимирязева, А. Н. Северцова и М. А. Мензбира, первые работы И. В. Мичурина.

Убедительно показана связь формирования естественнонаучных представлений с развитием материалистической философской мысли в России. Содержание книги подтверждает идею о том, что естественнонаучный материализм в русской науке послужил одной из главнейших основ материалистических воззрений на природу в творчестве русских философов-материалистов.

Следует заметить, что в работах по истории естествознания и философии, в том числе и в рецензируемой книге, подробно выясняется значение идей естествоиспытателей в борьбе против идеализма, за материализм и, вместе с тем, как правило, остается недостаточно изученным вопрос о стихийной диалектике в трудах этих

ученых. Между тем, проблема формирования диалектического взгляда на природу в естествознании представляет большой интерес для философов, историков науки, естествоиспытателей. В русском естествознании существовала не только солидная материалистическая традиция, но и сильно развито было антиметафизическое направление, истоки которого уходят к трудам таких мыслителей, как Ломоносов и Радищев. Без изучения истории естествознания в России нельзя правильно понять и раскрыть возникновение и становление принципов диалектики в русском естествознании и философии. Хотелось бы пожелать авторскому коллективу при подготовке второго издания предпослать книге общее введение, излагающее исходные принципы, трактующие теоретические вопросы истории науки и, в частности, проблему периодизации истории естественнонаучных знаний.

«История естествознания в России» — ценное обобщающее исследование о формировании естественнонаучной мысли в нашей стране до Великой Октябрьской социалистической революции. Этот труд встретит живейший отклик у широкого круга читателей.

М. М. Абрашнев
Кандидат философских наук
Горький

РАЗГОВОР С ОСТРОУМНЫМ МАТЕМАТИКОМ

Дж. Литлвуд
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СМЕСЬ

Государственное издательство физико-математической литературы, 1962, 150 стр., ц. 23 коп.

Математика окружает нас повсюду и со всех сторон. Большинство людей просто этого не замечает. В изданной на русском

языке книге крупного английского современного математика Джона Иденсора Литлвуда «Разные заметки одного математика» (в русском переводе «Математическая смесь») собраны интересные факты, задачи, сведения биографического характера, математические анекдоты и шутки, почерпнутые буквально из повсе-

дневной жизни. О разнообразии и неожиданности выбора тем можно судить по названиям глав: «Зоопарк», «От последней теоремы Ферма до отмены смертной казни», «Дело Адамса — Эри», «Лев и человек», «Открытие Нептуна» и др.

Подвергнув математическому анализу парламентский акт о до-

мовладениях, который действовал в Англии начиная с 1914 г, автор с помощью одной теоремы. неизвестной законодателям, доказывает, что их акт по существу сводится к трюизму. В другом месте разбирается связь между аккуратностью движения автобуса по расписанию и средним временем ожидания автобуса на остановке. В мире строгих цифр происходят самые невероятные приключения с «почтенным спутником» нашей жизни — здравым смыслом. Трудно предугадать, например, что из 23 случайно взятых людей, двое празднуют свой день рождения в один день с вероятностью почти 50%. Как вы думаете, велика или мала вероятность $1/1\ 000\ 000$? А ведь почти каждый сталкивается с такими маловероятными событиями чаще, чем это предполагает.

Читатель легко следит за рассуждениями автора при решении почти всех задач. Автор с полным основанием пишет в предисловии, что «постоянно приходится встре-



чать людей, сомневающих, в большинстве случаев без достаточных оснований, в своих возможностях».

Книга представляет безусловный интерес и для специалиста. В ней он найдет и ряд интересных

задач «высокой» математики, и обсуждение некоторых нерешенных проблем, и рецензию на собрание сочинений Раманужана, и тонкие замечания по поводу творческого процесса. А самое прекрасное в книге — это математические шутки, парадоксы, неожиданные сопоставления, которые по достоинству оценит самый взыскательный читатель. «Хорошая математическая шутка лучше дюжины посредственных работ; она также является лучшей математикой», — пишет Дж. Литлвуд. Этой идеей проникнута вся книга. Тому факту, что с ее страниц веет свежестью и в русском тексте сохранен чисто английский юмор, мы обязаны переводчику В. И. Левину.

Книга прочитана, закрыта ее последняя страница, и вас охватывает такое чувство, что всего несколько минут тому назад вы вели очень интересный разговор с умным и тонким собеседником.

Ю. Я. Гуревич

Москва

КОРОТКО О КНИГАХ

А. И. Воейков

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ПРИРОДУ

Изд-во Академии наук СССР,
1963, 251 стр., ц. 98 коп.

Среди корифеев русской науки, поднявших исследование грандиозных пространств нашей Родины на огромную высоту, имя А. И. Воейкова занимает одно из почетных мест. Опираясь на необъятный фактический материал, русские ученые создали учение о ландшафтах и зональных закономерностях. Наша отечественная наука заняла ведущее в мире положение в изучении кли-

матических условий. И этим она обязана трудам А. И. Воейкова. Его книга «Климаты земного шара» явилась плодом больших путешествий, во время которых ученый объехал почти весь мир. Во всех своих крупных работах А. И. Воейков в той или иной форме поднимает вопрос об овладении человеком стихийными силами, о воздействии его на природу. Мысли ученого всегда в сфере человеческих интересов. «Все на пользу человеку — таков должен быть девиз», — замечает он в одной из своих работ.

В изданном сборнике собрано все наиболее ценное, написанное А. И. Воейковым по вопросам воздействия человека на природу.

Вместе с тем ряд публикуемых в книге работ характеризует разнообразие научных интересов нашего выдающего географа. Разведение в России чая, развитие субтропических культур на Черноморском побережье, хлопководство, орошение Закаспийской области, заселение северных земель — эти и многие другие проблемы занимали А. И. Воейкова, по ним он выступал не только в специальных изданиях, но и в широкой периодической печати того времени.

Публикуемым трудам предпослана обстоятельная статья В. В. Покшишевского «Александр Иванович Воейков и его работы о человеке и природе».

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О КИТАХ

Читатель М. Г. Вяхирев интересуется, какие виды китов существуют в наше время, как и чем они питаются и каков вес самых крупных из ныне живущих. Мы обратились к одному из известных специалистов по китам, проф. С. К. Клунову и вот что он нам ответил.

Я давно уже занимаюсь изучением китообразных, в том числе и крупных китов, и много раз участвовал в китобойном промысле!

Кит — понятие собирательное. Под этим названием мы понимаем всех — и мелких и крупных китов: кашалоты, финвалы, касатки, бутылконосы и даже различные дельфины. Все эти животные относятся к китам, точнее, к китообразным. Киты разделяются на две большие группы — зубатых, к которым из крупных относится только кашалот, из средних — касатка, бутылконос и другие, а из мелких — дельфины; и усатых китов, таких как синий, финвал, сейвал, малый полосатик, настоящий гладкий кит, гренландский и др.

Само название подсказывает, что киты различаются своим ротовым аппаратом. У зубатых китов мы находим зубы, у усатых — роговые пластины с длинной бахромой по внутреннему краю, которая образует «щетку». Это весьма совершенный фильтровальный аппарат, так как усатые киты питаются в основном планктоном, т. е. мелкими ракообразными, иногда микроскопическими. Захватывая в пасть (в зависимости от вида кита и его размера) сразу до 6—8 и 10 м³ воды и пропуская ее сквозь щетку бахромы усовых пластин, кит отфильтровывает ракообразных, которые оседают на бахроме усов.

Собирая затем языком осевших мельчайших ракообразных в комок, кит проглатывает его.

Ежесуточно каждый усатый кит съедает от 1 до 2—3 и даже до 4 т планктона! Это составляет примерно 35—40 г планктона на 1 кг живого веса кита.

Размеры китов, которых мы добываем, зависят от вида и возраста. Вообще же хочу подчеркнуть, что киты — это самые крупные животные на земном шаре из всех, которые когда-либо существовали на нашей планете. Ископаемые остатки диплодоков, динозавров, бронтозавров и других гигантских пресмыкающихся показывают, что длина самых крупных из них никогда не превышала 26 м, а вес таких гигантов составлял не более 50 т.

Длина же самых крупных синих китов достигает 33 м! Такой кит, добытый в Антарктике, был взвешен, и вес его оказался 160 т! Хочу оговориться, что, конечно, такие гиганты встречаются редко, но тем не менее это факт, зарегистрированный в мировой литературе.

Гладкие, настоящие киты, в том числе и гренландские, не достигают размеров более 20—22 м, но вес их превышает 100 т. Мне пришлось самому присутствовать при взвешивании такого кита. Мы получили специальное разрешение на добычу для научных целей одного гладкого кита (их добыча запрещена правилами, утвержденными Международной конвенцией). Взвесили его, конечно, по частям, так как на китобойном промысле нет таких весов, на которых можно было бы сразу взвесить кита более 100 т весом и длиной около 20 м. У нас, безусловно, были потери — осталась невзвешенной кровь,

пропали какие-то куски мяса при распиловке (кости кита пилятся паровыми пилами), но в общем кит весил 107 т. Сюда, вероятно, надо прибавить еще тонны три, и его правильный живой вес будет около 110 т. У финвала, который был всего 19 м длиной, я взвесил сердце. Оно весило 190 кг. Язык гладкого кита весил 4 т, а сердце — 404 кг.

Все, что я говорил выше, относится главным образом к усатым китам. Если мы возьмем зубатых китов, то они, безусловно, меньше и по своим размерам, и по весу, и только кашалот достигает иногда веса более 100 т, но такие крупные особи встречаются сейчас очень редко.

Еще два слова о состоянии запасов китов в Мировом океане. Сейчас страны, которые ведут китобойный промысел, весьма озабочены уменьшением числа китов за последние послевоенные годы. Хищнический промысел капиталистических стран еще до войны подорвал запасы антарктических китовых стад, например синего кита, добыча которого доходила в антарктических водах до 30 тыс. голов в отдельные годы. Сейчас в Мировом океане добывается в течение года более 60 тыс. разных китов — зубатых и усатых. Это большая цифра, и численность китов в ряде областей Мирового океана резко снизилась.

Советский Союз всегда стоял и сейчас стоит на страже интересов всего человечества и нам, советским ученым, приходится вести борьбу за сокращение мирового промысла китов в целях сохранения их запасов. Однако дело это чрезвычайно трудное.

С. К. Клунов

Москва

ЛАВИНЫ — «БЕЛАЯ СМЕРТЬ»

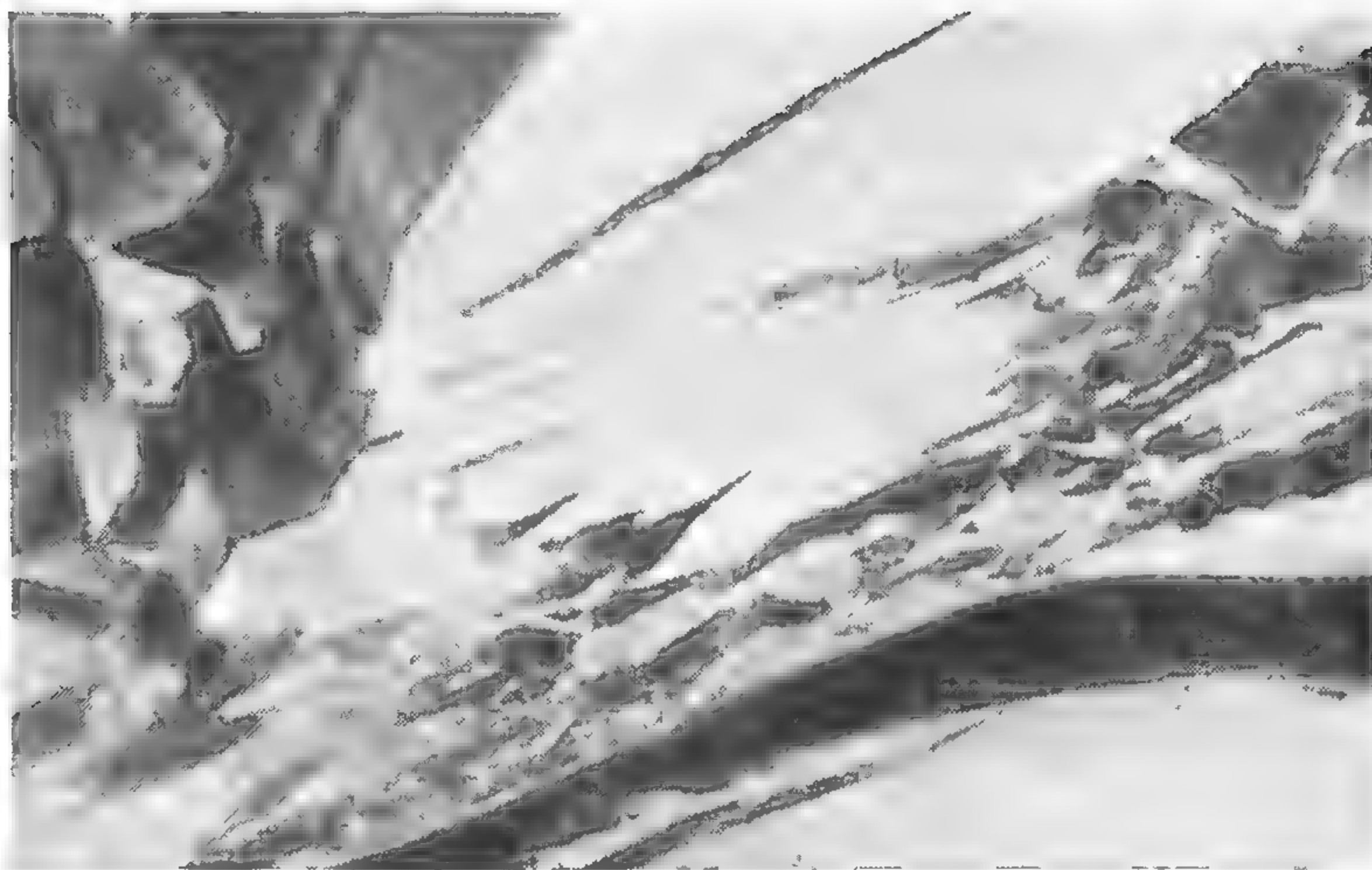
Весна — пора снежных обвалов-лавины. В горных областях Советского Союза, особенно на юге, основное количество лавин падает в марте, апреле, мае. В этот период в горах раздаются глухие раскаты — это со склонов гор в долины низвергаются громадные массы снега. После необычно многоснежной зимы 1962—1963 г. следует ожидать особенно большого числа лавин.

Из всех явлений природы лавины наименее изучены. Они характерны для всех горных областей нашей страны: от островов Земли Франца-Иосифа на севере до Памира на юге; от Карпат на западе до гор Чукотки на Дальнем Востоке. Лавины распространены не только в высокогорных районах, как это предполагали раньше, они часты и в низкогорьях, например на Полярном, Северном и Южном Урале.

В большинстве горных районов лавины нельзя считать каким-то исключительным, необычным явлением. Напротив, они, как правило, сходят по одним и тем же путям ежегодно, а иногда и несколько раз в год¹.

Несмотря на большое разнообразие природных условий в различных горных областях СССР, метеорологические факторы, обуславливающие возникновение лавин, везде одни и те же. Это в основном сильные снегопады и метели, зимние оттепели и переход температуры воздуха весной от отрицательной к положительной, т. е. резкая смена погоды.

¹ На Кавказе, например, в районе Крестового перевала постоянно действуют лавины даже имеют свои названия (Майорша, Кислая и др.). На Тянь-Шане приходилось наблюдать участки, где лавины сходят два-три раза в год. Эти лавинные пути очень хорошо видны на склонах гор зимой и летом.



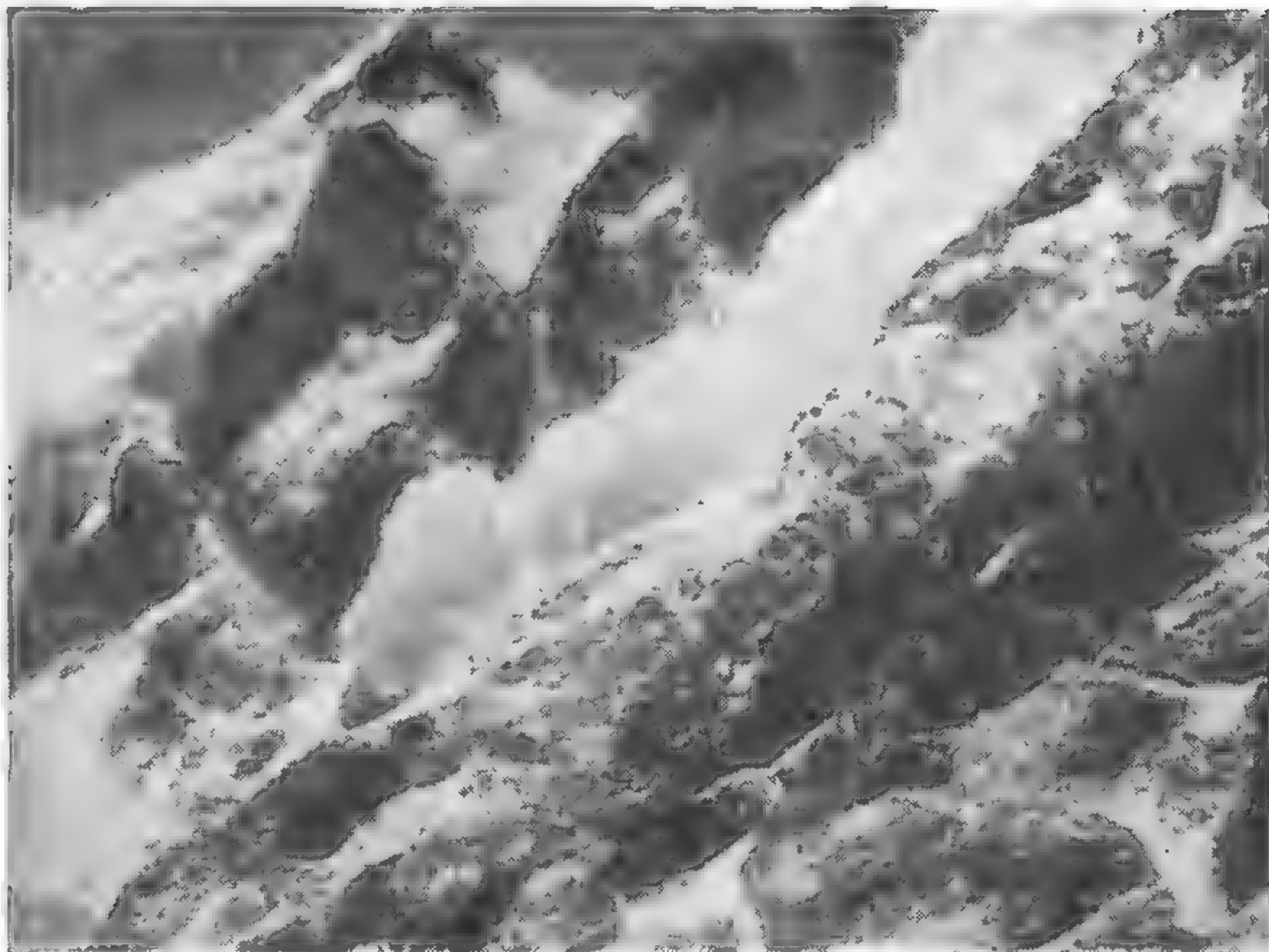
Лавина из снежных досок в Альпах

Однако роль отдельных факторов различна в каждой горной области. Есть районы, где тот или иной фактор превалирует. Так, в Хибинских горах лавинам обычно предшествуют сильные метели, в восточной части Тянь-Шаня до отметок 3000—5000 м большая часть лавин связана с весенним переходом температуры через ноль, а в западной его части со снегопадами, метелями и оттепелями. Выявление ведущих факторов в том или ином районе позволяет, когда есть прогнозы погоды, предсказывать периоды схода лавин.

В любых случаях при строительстве в горных районах в зонах, где есть сезонный снежный покров, необходимо проводить специальные работы с целью изучения лавинной опасности. Отсутствие таких исследований приводит к разрушению сооружений, дорог, различных коммуникаций и даже к человеческим жертвам. Самая крупная катастрофа, вызванная лавинами, произошла во время первой ми-

ровой войны на австро-итальянском фронте в Альпах в декабре 1916 г. Тогда за сутки под снегом погибло около 10 тыс. солдат. Крупнейшая катастрофа произошла и в Перу, где 10 января 1962 г. с гребня горы Уаскаран рухнул грандиозный снежный карниз, увлекший за собой массы снега из фирновой области ледника № 511. Огромная лавина весом более 3 млн. т. устремилась в долину р. Санта. С лица земли было стерто восемь селений.

Известны твердые, жидкие и пылевые лавины, для защиты от которых применяются различные методы. Строят сооружения, пропускающие лавину над объектом или отклоняющие и останавливающие ее (лавиноспуски, туннели, отбойные и направляющие стенки). Создают систему сооружений, гасящих энергию лавины (противолавинные надолбы, металлические и нейлоновые сети и т. п.). Производят искусственный спуск лавин при помощи взрывов, обстрела из миноме-



Пылевая лавина в Каракоруме



Жидкая лавина в Альпах

тов, безоткатных орудий, специальными ракетами или путем облета лавиноопасных участков реактивными самолетами. На-

конец, системой террас, мостов, щитов, реек, пирамид закрепляют снег на месте (с тем чтобы лавина вообще не могла возникнуть),

высаживают деревья на склонах гор. Метод закрепления снега сейчас получает все более широкое распространение.

Лавины воздействуют на многие элементы горного ландшафта. Они создают своеобразные формы рельефа — лавинные лотки, конусы выноса и т. д., изменяют характер растительности и почв, влияют на режим горных рек. Обрушившиеся в русло реки массы снега создают временные плотины, за которыми скапливаются иногда большие массы воды. Прорвав снежную плотину, вода устремляется вниз по руслу. Возникает неожиданный паводок, не связанный с метеорологической обстановкой, а иногда и сель. В период накопления воды выше снежной плотины течение в русле за ней может временно прекратиться.

В последнее время в нашей стране уже ведутся широкие исследования лавин и методов борьбы с ними.

К. С. Лосев
Москва

КОМАРЫ-КРОВОСОСЫ

Насекомые — наиболее многочисленные и разнообразные представители суши — играют большую роль в жизни человека. В ходе сезонных изменений в природе интенсивность личиночного развития и активность взрослых насекомых не остаются одинаковыми. Большинство насекомых деятельно в летнее время, однако низшие бескрылые (ногохвостки), а также некоторые бабочки, комары, скорпионовые мухи (бореусы) активны главным образом в холодную часть года — поздней осенью и во время зимних оттепелей. У комаров-кровососов наблюдается различное отношение к температурам. Они как теплолюбивые насекомые, богато представлены в тропиках, у нас наиболее многочисленны в летние месяцы. Но некоторые из них появляются уже ранней весной, вскоре после таяния снега.

Из кровососущих комаров на территории СССР особенно большого внимания заслуживают малярийные (анофелес) и обыкновенные комары (кулекс и аедес). Самки малярийных комаров зимуют в различных прохладных помещениях и укрытиях (подвалах, сараях, дуплах и т. п.), где температура держится в пре-

делах от -5 до $+5^{\circ}$. В северной и средней полосе они на зимовке не питаются, а на крайнем юге СССР, например в сухих субтропиках Туркмении, самки даже зимой могут заражать человека малярией.

Вылет самок с мест зимовки начинается в разные сроки — на юге обычно в марте, в Подмосковье в третьей декаде апреля — первой декаде мая при среднесуточной температуре воздуха $4-8^{\circ}$. В средней полосе Европейской части СССР вылет совпадает с началом цветения орешника. Весенний вылет, как правило, сильно растянут, часто на 1—2 месяца, что объясняется неодинаковой скоростью согревания мест зимовок. При дружной весне вылет самок происходит в наиболее сжатые сроки. Нападают на человека они уже при температуре воздуха выше 5° . Массовый вылет самок малярийных комаров на юге приходится на середину апреля, на севере — на середину мая. В лесной зоне он совпадает с началом распускания листьев березы, черемухи и смородины, с зацветанием калужницы.

Самки, покинувшие места зимовок, через одну — две недели приступают к откладке яиц в весенние лужи, которые в это время года многочисленны и в то же время прогреваются значительно быстрее глубоких постоянных водоемов. В момент откладки яиц вода в лужах должна быть теплой — выше 11° . Среднесуточные температуры воздуха в это время держатся в пределах от 7 до 9° . В Подмосковье личинки появляются в лужах во время зацветания березы, а на Украине — при массовом цветении одуванчиков. Смертность личинок в лужах относительно небольшая, так как в этих временных водоемах почти отсутствуют их враги — личинки стрекоз, водные клопы и жуки, а также рыбы. Развитие личинок заканчивается в средней полосе Европейской части СССР в конце мая — начале июня, на юге значительно раньше. Появляется второе, более многочисленное поколение летающих малярийных комаров.

Самки комаров-кулекс зимуют, подобно малярийным комарам, но они и их личинки теплолюбивее. Поэтому эти комары обычны на юге СССР, а массовый вылет самок с мест зимовки и развитие личинок происходят при более высоких температурах в конце весны — начале лета. Комары-

аедес — самые массовые и назойливые кровососы, особенно в лесной зоне, — проводят зиму в стадии яйца. Яйца весьма устойчивы к высуханию и низким температурам — при этих условиях они могут, не развиваясь, сохранять жизнеспособность до трех лет. Весной яйца начинают развиваться в весенних лужах или в дуплах с водой. Личинки появляются на юге уже в марте, а в средней полосе — в начале или середине апреля. Превращение во взрослых комаров в средней полосе происходит в начале мая, а наибольшую численность летающие комары-аедес имеют в конце июня. Самки комаров-кулекс и комаров-аедес при сосании крови передают животным и человеку ряд опасных заболеваний, в частности туляремию. Самцы всех кровососущих комаров питаются только соками растений, главным образом цветочным нектаром, поэтому не участвуют в распространении инфекции.

Борьба с малярией осуществляется не только выявлением заболевших людей и их лечением, но также предохранением от за-

ражения при помощи веществ, отпугивающих комаров, ношением соответствующей одежды, устройством сеток на окнах и лекарственной профилактикой. Важнейшие средства борьбы с комарами — переносчиками малярии — уничтожение самок комаров в местах их зимовок, начиная с осени, а также уничтожение личинок комаров в водоемах нефтеванием, опыливанием поверхности воды ядами в конце весны и летом. Большое значение имеет правильная система орошения сельскохозяйственных земель и осушение болот. Благодаря широкой организации противомаларийных мер, малярия в нашей стране фактически уничтожена и стала очень редким заболеванием. Однако присутствие малярийных комаров в природе и возможность заноса инфекции из соседних стран требуют постоянного противомаларийного наблюдения за здоровьем населения и проведения мер борьбы с комарами-кровососами.

Д. В. Панфилов
Кандидат биологических наук
Москва



Не дождавшись, пока снег стает совсем (слева), растения за 2—3 дня покрывают тундру красивым пестрым ковром (справа). Пос. Певек, Чукотский национальный округ

Фото И. Соловьева



В ПРИКАМЬЕ

КРАТКАЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКАЯ СВОДКА

Весна в Прикамье наступает в конце апреля — начале мая и продолжается около 55 дней. Сроки ее наступления и продвижения с юго-запада на северо-восток зависят от широты и высоты места. Быстро прибавляется день, солнце поднимается все выше, увеличивается приток солнечной энергии. Поверхность земли прогревается все сильнее и сильнее. Среднемесячная температура воздуха от апреля к маю повышается на 6—8°. В отдельные дни жара достигает 29—34°, хотя морозы бывают до —8, —20° (средняя температура мая 5—11°). В мае усиливается среднемесячная скорость ветра (до 10 м/сек), особенно северных, северо-западных и южных направлений, увеличивается количество осадков до 35—40 мм (в горах даже до 75 мм).

Весна в Прикамье — это окончательный сход снежного покрова, вскрытие рек, нерест рыбы на прогретых солнцем мелководьях, зеленение и цветение лугов и лесов, высиживание птенцов в пернатом царстве, появление потомства почти у всех пушных зверей. Событий в природе в эту пору так много, что трудно их уловить и перечислить. Но наиболее яркие и важные из них, следуя из года в год в определенной последовательности, привле-

кают наше внимание. Вот некоторые вехи весны в Прикамье.

В середине апреля вскрываются малые реки, почва оттаивает на глубину 10 см, прилетают жаворонок полевой, чиж, коноплянка, кроншнеп, гусь, появляются первые бабочки-крапивницы, токуют тетерева и глухари. Постепенно с полей сходит снежный покров, начинается сокодвижение у березы. Прилетают коршун, вьюрок, журавль, сизая чайка, крикva, зяблик, белая трясогузка. К концу месяца Кама вскрывается и начинается ледоход (у Перми), почва оттаивает на 30 см, зацветает подснежник, ольха серая. Прилетают чайка речная, шилохвость, нырок хохлатый, голубь вяхирь, чирок, дрозд, пустельга и каменка. В это время пчел выставляют из зимовников. С 21—25 апреля начинают сев ранних яровых и лесокультурные работы. А к 30 апреля снежный покров уже сходит и в лесу. Зацветает орешник и ольха черная.

В первых числах мая Кама очищается от льда, начинается навигация. Почва полностью оттаивает. Зацветает верба красная, ива бредина, вяз шершавый. Прилетает жаворонок лесной, пеночка, горихвостка. Ближе к середине мая прилетает кукушка, дупель, ласточка-касатка, вылетают шмели, зацветает вяз гладкий, осина, ясень обыкновенный, клен ясенелистный, тополь душистый и осокорь (черный), медуница лекарственная, фиалка

собачья. Все это происходит между 11 и 15 мая. Ко второй декаде зацветают фиалка трехцветная, одуванчик, береза бородавчатая, клен остролистный, дуб (летний и зимний). К этому времени заканчиваются лесокультурные работы. Весеннее половодье на Каме (у Перми) достигает своего максимума.

Между 21 и 25 мая прилетают иволга, соловей, стриж башенный, турухтан. Зацветает черемуха обыкновенная, смородина красная, подорожник средний, кислица обыкновенная. Почва уже прогревается на глубину 20 см до +10° — начинается сев кукурузы. Часты грозы. Наконец, к концу месяца все древесные и кустарниковые породы в Центральном Прикамье покрываются листьями. Пойма Камы освобождается от паводка; зацветают земляника, вишня степная, жимолость татарская, яблоня сибирская, акация желтая, ромашка дикая. Прилетают пеночка-мухоловка и коростель — последние весенние гости.

В течение мая временами появляется иней, самое позднее — 2 июня.

Все эти фенологические наблюдения интересны и важны для проведения различного вида работ, связанных с освоением природных богатств и организацией лесокультурного ландшафта в этом районе.

Е. Ф. Зубков, А. С. Шкляев
Пермь

Художественный редактор Э. К. Тарасенко

Технический редактор Г. И. Кривенкова

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, ул. Грибоедова, 4, тел. Б 5-60-28, Б 8-06-72

Подписано к печати 28/IV-63 г.
Уч.-изд. л. 13.39

Т-05738
Бум. л. 4.

Формат бумаги 84×108¹/₁₆.
Тираж 20500 экз.

Печ. л. 8+1 вкл.
Заказ 1934

2-я типография Издательства Академии наук СССР, Москва, Шубинский пер., 10

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Готовится к печати книга:

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Объем — 27 авт. л. Цена 1 р. 80 к. (ориентировочно)

Книга представляет собой попытку дать систематическое исследование с позиций диалектического материализма основных философских и методологических проблем, возникших в ходе развития физики элементарных частиц. В ней рассматриваются такие вопросы, как современная форма атомизма, роль математики в современной физике, преемственность в развитии физических теорий, соотношение теории и эксперимента в физике элементарных частиц, вопросы наглядности, моделей, проблема физической реальности, проблема пространства и времени в микромире, принцип причинности и др. В числе авторов труда — известные советские физики и философы.

Издание рассчитано на широкий круг читателей, интересующихся философскими вопросами современного естествознания.

Предварительные заказы на книгу принимаются магазинами книоторгов и „Академкнига“.

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресу: Москва, Центр, Б. Черкасский пер., 2/10, магазин „Книга — почтой“ или в ближайший магазин „Академкнига“.

Адреса магазинов „Академкнига“:

Москва, ул. Горького, 6 (магазин № 1); 1-й Академический проезд, 55/5 (магазин № 2); Ленинград, Литейный проспект, 57; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Киев, ул. Ленина, 42; Харьков, Уфимский пер., 4/6; Алма-Ата, ул. Фурманова, 129; Ташкент, ул. Карла Маркса, 29; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Новосибирск, Красный проспект, 51.

„АКАДЕМКНИГА“

70 коп.

ИНДЕКС 70707

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
